

وراثة وتطور السلوك

تأليف

لي . إرمان

بيتر ا. بارسونز

دار ماكجرو هيل للنشر



دار
ماكجرو
هيل
للنشر

ورائة وتطور السلوك

ودانة وتطور السلوك

تأليف

لي . إدمان

جامعة ولاية نيويورك ، بيرشايز

بيتر ا. بارسونز

جامعة لاتروب ، بندورا ، استراليا

ترجمة

دكتور/رمزي علي العدوي

أستاذ الوراثة المساعد

كلية الزراعة - جامعة عين شمس

دكتور/أحمد شوق حسن

أستاذ الوراثة المساعد

كلية الزراعة - جامعة الزقازيق

مراجعة

الأستاذ الدكتور/السيد حسن حسنين

أستاذ الوراثة وعميد كلية الزراعة - جامعة عين شمس

دار ماكجروهيل للنشر



نيويورك . سانت لويس . سان فرانسيسكو . أوكلاه . بوجوتا . دوسلدورف . جوهانسبرج . لندن . مدريد . مكسيكو . مونتريال . نيودلهي . بناما . باريس . ساوباولو . ستغافورة . سيدل . طوكيو . تورنتو . القاهرة .

Behaviour Genetics and Evolution
Lee Ehrman
Peter A. Parsons

حقوق التأليف © ١٩٨١ دار ماكجروهيل للنشر إنك . جميع الحقوق محفوظة

Genetics & Behaviour

حقوق التأليف © ١٩٧٦ دار ماكجروهيل للنشر . إنك جميع الحقوق محفوظة

الطبعة العربية ١٩٨٣ تصدر بالتعاون مع المكتبة الأكاديمية بالقاهرة
ABC ودار المربع للنشر - الرياض - المملكة العربية السعودية -
ص.ب. ١٠٧٢٠

لا يجوز نشر أى جزء من هذا الكتاب أو اختزان مادته بطريقة الاسترجاع أو نقله على أى وجه أو بأى طريقة سواء كانت الكترونية أو ميكانيكية أو بالتصوير أو بالتسجيل أو خلاف ذلك إلا بموافقة الناشر على هذا كتابة ومقدماتاً .

ISBN 0.07-019276-6

المحتويات

٩	مقدمة الترجمة العربية	
١١	تمهيد وراثـة السلوك	
١٧	مقدمة :	الفصل الأول
٢٣	الوراثـة الأساسـية :	الفصل الثاني
	الوراثـة المتـدلـية - الوراثـة الكميـة - وراثـة العشائر - اختبارات مربع كاي - فعل الجين - الملخص - مراجع عامـة	
٦٣	الجينات المنفردة والسلوك :	الفصل الثالث
	تنظيف بواسطة نحل العسل - نجاح التزاوج في الدروسوفلا - تأثيرات الجين المنفرد في الفيران - جينات البدانة أو السمنة - تأثيرات الجين المنفرد في الإنسان - نقص اللكتيز - الملخص	
٨٣	الكروموسومات والسلوك :	الفصل الرابع
	التغيرات الكروموسومية - الانقلابات في الدروسوفلا - اختلافات التركيب الكروموسومي في الإنسان - التغيرات في كروموسوم الجنس الملخص	
١١١	تعدد الجينات والسلوك :	الفصل الخامس
	الوراثـة الإحصائية الحيوية - لانتحاء الجغرافي في الدروسوفلا - العزل الجنسي - العزل في طيور الحب - الانفعالية في القوارض - بعض الصفات السلوكية في الكلاب - الجانبية في الدروسوفلا والفأر والإنسان - الملخص	

١٤٩ الفصل السادس : التحليل الكمي - حيوانات التجارب

الوراثة الكمية - التفاعل بين التركيب الوراثي والبيئة -
التباين داخل وبين السلالات المرباه داخليا - مكونات
التباين الوراثي - الهجن المتبادلة - التأثير الأمي -
السلالات وحيدة الأم - مكونات التباين الوراثي في
عشائر تتزاوج اعتباطيا - علاقات القرابة - علاقات
الأقارب : طريقة الانحدار - تجارب الانتخاب الموجه
للصفات الكمية - الملخص - الملاحق : مراجع عامة

١٩٥ الفصل السابع : التحليل الكمي : للإنسان

تحليل التوائم - التوائم في الدراسات الوراثية - التوائم
والدراسات الوراثية : الصفات ذات التباين المتصل أو
المستمر - الوراثة والبيئة في الإنسان - هل يمكن افتراض
التزاوج الاعتيادي في الإنسان ؟ الصفات الحدية -
الملخص - مراجع عامة

٢٢٥ الفصل الثامن : وراثة السلوك : الدروسوفلا

تأثيرات الجين المفرد - الصفات الكمية المشتعلة على
التحرك - التزاوج المعتمد على التكرار - وراثة
العشائر - السلوك - سلوك البرقات - الملخص -
مراجع عامة

٢٦٥ الفصل التاسع : وراثة السلوك - القوارض

الفيران : تأثيرات الجين المفرد - السلوك في الحقل
المفتوح كصفة كمية في الفيران : الصفات الكمية في
الفيران - التعدد السلوكي للأشكال المظهرية الفيران :
السلوك الذكري الجنسي - الفيران : صفات ذات
أساس فسيولوجي واضح - القوارض الأخرى -
الوراثة النفسية لاستعمال الأدوية - الملخص - مراجع
عامة

٣٠٧ الفصل العاشر : وراثة السلوك : كائنات أخرى

البكتريا - البراميسيوم - النيماتودا - فراشة الدقيق -
 البعوض - الدبور المتطفل - بعض الحشرات الصوتية -
 التحكم الوراثي لاستجابة الإناث لترديد الأغاني -
 الأسماك - الضفادع - والعلاجوم - السمان -
 الدجاج - الأوز - هجن الدجاج الرومي - البط -
 الققط - الخيل - الماشية - الرئيسيات - الحفلاصات -
 الملخص

٣٦٩ الفصل الحادى عشر الإنسان : بعض الصفات غير المتصلة

مرض كبرو - عيوب النطق - إدمان الكحوليات -
 الانزيمات والسلوك - قدرات التلوق وغيرها من
 الإدراكات الحسية - اللون والمراثيات الأخرى - بعض
 الطفرات فى الجنس البشرى - الصرع - المرض العقلى
 المعروف بالهوس الاكتئافى - الفصام أو انفصال
 الشخصية - الجنس - ملاحظات ختامية - الملخص -
 مراجع عامه

٤٢١ الفصل الثانى عشر الإنسان : الصفات المتصلة

الذكاء : الوراثة والبيئة - معامل الذكاء حجم العائلة،
 الطبقة الاجتماعية - التباينات فى معامل الذكاء -
 القدرات العقلية الأولية - الشخصية - العاطفة
 والإدراك الحسى والمهام الحركية - السلوك والاختلافات
 الظاهرية - الإجرامية أو العمل الإجرامى - الانتقالات
 الوراثة والبيئة للصفات السلوكية - الملخص - مراجع
 عامه

٤٥٧ الفصل الثالث عشر : السلوك والتطور

التطور - مكونات الملازمة فى الدروسوفلا - انتخاب
 المسكن : فى الدروسوفلا أساساً - انتخاب المسكن :
 القوارض ديناميكيات العشائر - التشعب الوراثى
 والحضارى فى القبائل البشرية - تطور السلوك فى النوع
 الإنسانى - التراكيب الاجتماعية : المغزى التطورى

للسلوك - الملخص - مراجع عامه

٥٠٩

الفصل الرابع عشر : خاتمة

من الميكانيكيات إلى التطور - وراثه العشائر : هل يحدث التزاوج الاعتياطى ؟ السلوك والتنوع - الصفات الكمية : التراكيب الوراثية ، الظروف البيئية ، أشكال التداخل والتلازم بينهما - الاتجاهات المستقبلية .

مقدمة الترجمة العربية

شرفت بأن كلفني أستاذي الدكتور/السيد حسنين ، وصديقي الدكتور/رمزي العلوي بكتابة مقدمة الترجمة العربية . وإلى انتهز هذه الفرصة لأعبر عن صادق سعادتي بمشاركتها ترجمة ومراجعة هذا الكتاب ، هذه المشاركة التي تعد تنويجا لتاريخ طويل من الانتماء العلمي والصدقة المهنية المخلصة . ولاقتناعي بأن مقدمة مؤلفي الكتاب قد غطت بشكل كاف محتواه العلمي ، فسأقتصر هنا على ذكر مزايا وجود ترجمة عربية لهذا المرجع المتميز . يمكن تلخيص هذه المزايا فيما يلي :

١ - بجانب ندرة الكتب المترجمة في علم الوراثة ، نجد أن أغلبها من كتب الأساسيات أو الكتب الدراسية المعاونة . وتكاد الساحة تخلو من المراجع العلمية المتخصصة . لذلك فإن الاتجاه إلى ترجمة هذه المراجع يستحق كل اهتمام وتشجيع ، لأنه أحد السبل الفعالة لتحويل اللغة العربية إلى لغة علمية مستخدمة في شتى المجالات المتخصصة ، حيث تتضمن الترجمة التعرض لوضع مقابل عرى للأعداد المتزايدة من المصطلحات العلمية .

٢ - يظهر هذا المرجع ما تتميز به الأعمال العلمية الناتجة من التقاء طرق ومواضيع الدراسة في المجالات المختلفة من ثراء يوصف عادة بقوة الهجوم . فإذا كان الكتاب قد جمع بين دراسات الوراثة والسلوك ، فإنه يقدم عرضاً يهتم نطاقاً واسعاً من الباحثين في مجالات علوم الحياة والاجتماع والنفس والسياسة والتربية والطب والصيدلة وتربية الحيوان .

٣ - نظراً للتقدم السريع في مختلف العلوم الوراثية فإن اختيار الطبقات الحديثة جداً من مختلف المراجع لترجمتها يعد أمراً بالغ الأهمية وظهور ترجمة عربية لهذا المرجع المتخصص بعد سنتين من تاريخ ظهور طبعته الأصلية يعد رقماً قياسياً يتمشى مع أفضل

الأرقام العالمية لسرعة الترجمة .

بناء على ما سبق من حقائق نشعر أننا مدينون بالشكر للمكتبة الأكاديمية ومديرها الأستاذ/أحمد أمين ولداد نشر ماكجروهيل وممثليها في مصر الأستاذ/محمد درباله والدكتور يحيى بدر والمهندس حمدي قنديل للاضطلاع بهذا البرنامج الشجاع للإشراف على ترجمة نخبة رائعة من المراجع العلمية المتخصصة .

ولا يفوتنا هنا أن نشكر كل من ساعدنا في هذا العمل وأخص بالشكر الأنسة إلهام على حنفي التي قامت بنسخ أصول الترجمة ، وكذلك كل من قام بتجميع وإعداد الطبعة العربية للنشر .

وختاماً أرجو أن يوفقنا الله إلى خير المجتمع العلمي في العالم العربي وإلى خدمة لغتنا العربية العزيزة من خلال مثل هذه البرامج الرائدة للترجمة والتعريب .

أحمد شوق

أغسطس ١٩٨٣

تمهيد لوراثة السلوك (الطبعة الأولى - ١٩٧٦)

« يبدو أن الوقت قد حان لنقوم بعرض حديث لهذا الفرع من المعرفة الذى اسميناه بوراثة السلوك ... ليس بتقديمه كعمل تمحدث أبعاده فقد يعد ذلك مستحيلا فى مجال الدراسة الذى يكون فى مرحلة ديناميكية من النمو ». أما الوقت فقد كان مايو ١٩٦٠ ، وأما العبارة فقد كتبها فولر وثومبسون عندما اشتركا فى تأليف واحد من أوائل الكتب التى تتناول المهجين الناشئ من التقاء علمى الوراثة والسلوك (Behavior Genetics, Wiley, (New York والواقع أن بداية وراثة السلوك يمكن أن تعود إلى عام ١٨٦٩ وذلك بنشر كتاب آخر لجالتون عن العبقريّة المتوارثة Hereditary Genius وقد اتبع ذلك بكتاب عن أثر الطبع والتطبع فى العلماء الأنجليز وآخر عن الاستعدادات الشخصية فى الإنسان . (English Men Of Science : Their Nature and Nurture (1874, Inquiry into Human Faculty (1883), Macmillan, London.

بالنسبة لنا ولمن نصحبنا (وبعضهم مذكور فيما بعد) فإن الوقت قد حان ، بعد مرور عقد ونصف منذ ذلك الحين ، لظهور مرجع أكثر تقدما عن موضوع وراثة السلوك رغم أن المجال المذكور مازال فى مرحلة النمو الديناميكي . ومع ذلك فمرة أخرى لا يمكن تقديمه كعمل تمحدث أبعاده فهنا الأمر يبدو مستحيلا حتى الآن . هذا المرجع موجه لطلبة الجامعة والدراسات العليا الذين لديهم إلمام بالوراثة العامة . وهؤلاء قد يكونون طلابا فى مجالات علم الحياة biology أو علم النفس Psychology أو ما ظهر الآن فى الكليات والجامعات من برامج أو تخصصات فى علم الحياة النفسى Psychobiology الذى يعد بدوره هجينا شديدا لخصوبة بين علمى النفس والحياة .

هذه الخصوبة أدت بوضوح إلى التقدم السريع فى دراسات علوم السلوكيات . وبما أن تعلم دراسة السلوك كمقرر منهجى يعد أمرا مستحدثا فإننا نأمل أن يكون هذا الكتاب نافعا لمن تم فعلا تدريبهم بطرق مختلفة لشغل العديد من المهن المتباينة .

ورغم أن العاملين في مجالات الوراثة والحيوان وعلم النفس هم أول من يتبادر إلى الذهن ، فإن نواحي وراثة السلوك التي يغطيها هذا الكتاب تدخل بشكل متزايد في نطاق عمل الأطباء والبيطريين ومرضى الحيوان ورجال الاجتماع والتربية بشكل عام ، حيث يبدو ذلك جليا من الأمثلة والكائنات الواردة في المناقشة . هذا بالإضافة إلى أن الأفكار المتعلقة ببعض أوجه الجدل السياسي الدائرة اليوم يمكن توضيحها بفهم الأساس الوراثي لسلوك الانسان والكائنات الأخرى .

في عرضنا الخالى سيعد سلوكا أى أو كل الأنشطة التي تقوم بها الوحدة المتكاملة المسماه بالكائن في ظل مجموعة الظروف المحيطة أو البيئة . وإذا كنا نلتزم بذلك بناء على توصية اينيل توباك (Tobach ١٩٧٢) ، فإننا قد قصرنا معالجتنا على الاستجابات العضلية والعصبية للكائن ، وهى الاستجابات التي اتضح بدرجات مختلفة من القوة أن لها أساس وراثى - اساس ينتقل عبر الخلايا الجنسية من جيل إلى آخر .

كان من الضروري أن نتقي من الأمثلة ما يوضح الأوجه المختلفة لوراثة السلوك . وقد كان التغاضى عن بعض الدراسات الممتازة أمرا لا مفر منه ، كما أن تضمينا لبعض الآخر كان بفضل معرفتنا الوثيقة بها . ورغم اضطرارنا إلى هذه الطريقة الانتقائية ، فإننا نأمل أن نكون قد استطعنا تقديم مرجع متقدم وشامل في وراثة السلوك . ونحن نعتذر لمن يشعر أن عمله قد أهمل ، وسنكون شاكرين لقرائنا إذا مالفقوا انظارنا إلى أشياء من هذا القبيل . ولاشك أن كل ملاحظاتهم ستكون موضع ترحيب كبير .

بجانب زوجتيما الصبورتين اللتين أهدينا لهما هذا الكتاب ، فإن الكثير من طلبتنا ومساعدينا قد قدموا لنا العون بطرق شتى . ففى جامعة ولاية نيويورك في برتشير يوجد جيوفرى ايرن ، روزلين بلاك ، لوبا بروز ، دان كاينزو ، ليلا اربنبارد ، توفى فوشر ، اليناليف ، ماكس كيرش ، الين اوهارا ، د . جودى ركورى ، جارى ورزنفيلد . ولقد تحملت يرثا انوسينكو عبئا كبيرا بشكل خاص . فبجانب قراءة النسخة الخطية كلها ، قامت بنسخ أجزاء منها على الآلة الكاتبة وبالعناية بأوراقنا ومكالماتنا التلفونية عندما كنا منشغلين بالكتابة وإعادة الكتابة ، بلركها الله .

وفى جامعة لاتروب فى استراليا ساعدنا جيف كمنز ، د . دافيد هاى ، مايكل جونز ، لون ماك كولى ، جلندا ولسون ، شيرلى وند . وينبغى أن نذكر على وجه الخصوص د . نيكى ارلينمر - كملنج ، التى راجعت النسخة الخطية كلها وامتدنا بنقدها المعطوف الواعى .

تجهيد لوراثة وتطور السلوك (الطبعة الحالية بالعنوان المعدل ١٩٨١) :

كانت السنوات الخمس التي مرت بين ظهور طبعتي هذا الكتاب سنوات محمومة لجميع العاملين في مجال وراثة السلوك على اختلاف هوياتهم ، بما فيهم نحن .

فلقد تجمع لدينا حجم كبير من الأعمال المنشورة التي نجلعنا نعتقد في ضرورة أن نمل في هذه المرة للجانب الحيوى ، مع الإشارة بشكل خاص للمسائل التطورية . ولقد جاء تغير العنوان ، الملاحظ في هذه الطبعة المعدلة ، مؤكدا لتغير منهج العرض . يعنى ذلك ببساطة افترض وجود بعض الإلمام بمبادئ الوراثة وعلم الحياة التكويني **developmental biology** ولو أننا نستعرض ما يلزم لهذا الإعداد من معلومات وندعمه بالأمثلة السلوكية المناسبة وذلك في الفصول الخمسة الأولى المعاد كتابتها بتوسع ، وفي مختلف المواضيع الأخرى . والملاحظ أن أكثر الأعضاء ذوى النشاط في جمعية وراثة السلوك قد تفرسوا في علم النفس وفروعه وليس الوراثة كما هو الحال بالنسبة لنا . ولكن الأهم من ذلك ، هذه القلة من طلبة الدراسات العليا الذين دربوا في مجال وراثة السلوك كنتيجة للمقررات التي درست وبرامج العلوم المشتركة التي نظمت . ولأننا نعتقد إن إعداد هؤلاء الخريجين المبرزين على مختلف المستويات سوف يتزايد ، ونأمل أن يكون هذا الكتاب الجديد مساعدا لهم .

ويتضمن الكتاب الحالى تفاصيل ميكانيكية أكثر فيما يخص الوراثة مثل ما يتعلق بالانتقال والانزيمات ، بجانب ما هو متوقع من تحديث وتوسع في الأعمال المعروضة . هنالك موضوعات لم تذكر تقريبا من قبل ، ولكنها أخذت اهتماما أكبر الآن ، مثل التغيرات السلوكية المرتبطة بالتدجين والتوارث الحضارى في مقابل التوارث الحيوى ، وكذلك مناقشة خطط انتقاء الكائنات لمواطنها . بالاضافة إلى ما سبق ، وتأكيذا لميل كتابنا للنواحي التطورية ، فإننا ناقشنا وراثة السلوك لنوعيات متباينة من الكائنات بدرجة أكبر مما كان في الكتاب السابق .

الأهم من ذلك هو أننا نضع تركيزا أكبر على ما يجب من وجهة نظرنا أن يحظى بتأكيد متميز من المتخصصين في وراثة السلوك . عند دراسة المظاهر السلوكية لأى من الصفات ، مهما كانت بسيطتها ، فإن الدراسات الدقيقة للعوامل البيئية المحددة لها تكون على نفس الدرجة من الأهمية مثل دراسة العوامل الوراثية المتضمنة . يعد هذا الأمر بصورة أو بأخرى ، مبررا هاما لوضع وتخصيص كتاب يتناول وراثة السلوك .

في الفصل الأخير من محاولتنا الأولى ذكرنا توقعاتنا عن اتجاهات وراثية السلوك في المستقبل . ورغم أن بعض الاتجاهات مازال مستقبليا فإن السنوات الخمس الماضية شهدت تراكبا للمعلومات في كل اتجاه . فطبعتنا السابقة مثلاً تمت قبل توسع النقاش حول علم الحياة الاجتماعي وفي وقت الانشغال بالنزاع حول دور التوارث في تقدير معامل الذكاء وفي وضعه في مكانه الصحيح داخل مرجع يتناول وراثية السلوك ، وفي هذه الطبعة نحاول نفس الشيء مع علم الحياة الاجتماعي ، ذلك لأننا ننظر إلى وراثية السلوك باعتبارها الفرع الرئيسى من الدراسات التى تندرج تحت علم الحياة الاجتماعي . وختاماً ، فإننا نحاول أن نظهر دور وراثية السلوك كفرع له أهمية حيوية في دراسة علم الحياة التطوري .

ينظم هذا الكتاب في أربعة اقسام :

* الفصول ٢ - ٥ تعرض مقدمة في تطبيق علم الوراثة في دراسة السلوك مبتدئين بالسلوكيات المحكومة بجينات أو كروموسومات منفردة ثم بالحالات المحكومة بعدد كبير من الجينات . الفصل الثالث يمتد إلى مقدمة مختصرة للوراثة مع استخدام الأمثلة السلوكية ، وذلك لتوضيح أن أسس الوراثة يمكن أن تدرس في ضوء الاعتقاد على هذه الأمثلة .

* الفصلان السادس والسابع يوضحان الأسس النظرية للتحليل الوراثي للصفات المحكومة بالعديد من الجينات في حيوانات التجارب والانسان .

* الفصول ٨ - ١٢ تنظر إلى السلوك من وجهة النشأة التطورية وتشمل البكتريا والكائنات الأولية واللافقاريات (خصوصاً الدروسوفلا) والقوارض والإنسان وغير ذلك من مختلف الحيوانات التى أجريت أو يمكن أن تجرى عليها دراسات وراثية السلوك . وبالنسبة للمناقشة الخاصة بالجدل الدائر حول معامل الذكاء المتوارث فإنها توجد في الفصل الثاني عشر .

* أما الفصل الثالث عشر فإنه يناقش دور السلوك في التطور . وبهذا المعنى فهو يؤكد على تكامل المعلومات المقدمة في الفصول السابقة . ويقدم الفصل الرابع عشر خلاصة الموضوع بعرض مناقشة نهائية حول مكانة وراثية السلوك في علم الحياة التطوري .

نوقشت أيضاً بعض المجالات التى استخدمت فيها وراثية السلوك بنجاح وتم التعليق على احتمالات المستقبل . في بعض الحالات نجد أن وراثية السلوك في المستقبل يجب أن

تتطرق إلى أبعد من حدود الأسئلة الخاصة بكيفية تحكم كل من الوراثة والبيئة ، باعتبارهما عنصرين مستقلين في سلوك الكائنات . عند هذه المرحلة يجب أن يكون واضحا أن التقدم في فهمنا لعلم الحياة الاجتماعي سوف يحدث لا محالة ، ولكن ليس بسرعة . ولاقتناعنا بأن التقدم العلمى سيجعل الاحتياج إلى طبعة أخرى أمرا لا غنى عنه ، فإننا ندعو القراء لتقديم التصحيحات والاقتراحات والمقالات المنشورة أو المعدة للنشر . كما أننا نرغب في شكر الكثير من الأشخاص الذين أمدونا بالتعليقات المفيدة أو اشاروا إلى بعض أخطاء الطبعة السابقة ، كما أننا نرحب بالاستجابة المشابهة بالنسبة لهذه الطبعة . ونحن نشكر بشكل خاص د . جون ماكينزى و د . نيفيل هوايت لتمكيننا من استخدام النتائج غير المنشورة ولناقشتهم النافعة ، كما نشكر د . دافيد هاى وجوان بروبر للمساعدة في الحصول على الأبحاث والاقتراحات والمناقشات المفيدة . أما السيدة مارلين فورستر فقد نسخت أغلب المسودة ولذا فهي بمصاحبة برثا اينوسينكو جعلتا ظهور هذا الكتاب الثانى ممكنا . كما نعبر عن جزيل شكرنا لتوفى فوكر لصبره عند إعداد الكتاب للنشر .

المؤلفان :

لى أرمان

بيترا . بارسونز

فصل الاول

مقدمة

توضح الأعمال المنشورة في أوائل هذا القرن بجلاء أنه باستثناء القليل منها فإن دراسة السلوك ودراسة الوراثة سارت كل منهما منفصلة عن الأخرى . فندرس الوراثة المنشغل بالطرز الوراثة سهلة التحديد ، والتي تكون ظاهرة أو تشرىحية على الأغلب ، يعتمد إلى تجاهل المكونات الوراثة المحتملة للصفات السلوكية . فلاشك أن الصعوبة الكبيرة في قياس الصفات السلوكية ، إذا ما قورنت بالصفات الظاهرية ، كانت من اسباب ذلك ، والسبب الثاني كان قلة المدربين في علم النفس بين دارسى الوراثة . وإذا ما نظر المرء إلى الأعمال الخاصة بعلم النفس في تلك الفترة لظهر أن دارسى علم النفس التجريبي ، والعلاجي بالتأكد أهدوا ملاحظة محدودة للمكونات الوراثة للسلوك . في عام ١٩٥٠ ناقش بيتش Beach في مقال يجمع بين البساطة والجدية العلمية السبب في الإهمال الكبير الذي لقيه التباين الوراثي للسلوك من دارسى علم النفس . فدراسة السلوك غير الانساني اجريت ومازالت تجرى في أغلب الأحوال باستخدام الفأر الترويجي *Rattus norvegicus* ونظرا لما افترض ، ومازال يفترض أحيانا ، من ثبات نسبي في البنية الوراثة للكائنات المستخدمة فقد استخدمت كطراز واحد جرت عليه دراسة سلسلة من السلوكيات ، أى أن السلوكيات نفسها مثلت العوامل المتغيرة في الدراسة . أما دارس الوراثة فإنه يتعامل مع الطرز الوراثة المختلفة ، أو ما يسمى بالتركيب الوراثة *genotypes* ، كى يتسنى له رؤية كيفية تباين الصفات تبعا للطراز الوراثي .

تخللت الملاحظات النظرية والتجريبية ، اللازمة للربط بين طرق الوراثة وعلم النفس ثنايا الأعمال المنشورة لمدة طويلة .

فعلى سبيل المثال ، وفى وقت مبكر كعام ١٩١٥ ، لاحظ سترتفانت Sturtevant اختلافات النشاط الجنسي فى ذكور السلالات المختلفة لذباب الفاكهة *Drosophila melanogaster* التى شاع استخدامها فى الدراسات الوراثية . هذا هو أكثر ما يستحق الذكر بالنسبة للفترة المذكورة ، حيث أن استخدام هذا النوع من الذباب لم يكن قد بدأ إلا منذ حوالى خمسة أعوام (وذلك بواسطة مورجان T.H. Morgan وزملائه فى حجرة الدروسوفلا الشهيرة بجامعة كولومبيا) . وعموما فقد كانت هذه التجارب المبكرة على سلوك الدروسوفلا ناتجا ثانويا لبحوث وراثية أو تطويرية ذات أهداف أخرى . بعد ذلك ، أتت الأربعينات بعدد من البحوث المتصلة بالموضوع ، حيث أجراها دوبرانسكى Dobzhansky وماير Mayr ومساعدوهما على العزل الجنسي بين الكثير من سلالات وأنواع الدروسوفلا التى كان قد تم اكتشافها حديثا فى ذلك الوقت (للمراجع انظر : Parsons, 1973) . وبالمثل فقد وجدت خلال هذه الفترة المبكرة تقارير عن الاختلافات السلوكية بين الطرز الوراثية المختلفة فى بعض القوارض ، كفيران المنازل Mice بشكل أساسى ، الجرذان rats بدرجة أقل . وقد لخصت هذه الدراسات ببراعة فى كتاب فولر وثومسون الرائع عن وراثة السلوك (Behavior Genetics, 1960) الذى يحوى استعراضا شاملا لأعمال وراثة السلوك حتى نهاية الخمسينات . أما بالنسبة للإنسان فبرغم التقارير القليلة المبكرة التى تتعلق أساسا بالتوائم (مثل نيومان وفريمان وهولزنجير Newman, Freeman, and Holzinger - ١٩٣٧) نجد أن التوصل إلى مدخل للدراسة وراثة السلوك يعد حديثا نسبيا .

وما قام به علماء النفس من دراسات عنى أساسا بالصفات الهامة اجتماعيا ، التى تجمع بين صعوبة القياس وصعوبة وضع تفسير دقيق لتوارثها .

تعد دراسة وراثة السلوك فى الغالبية العظمى من الكائنات حديثة جدا . كان المدخل المتبع فى أغلب الأعمال هو تحديد ودراسة الطفرات التى تغير الجهاز العصبى للأولويات والنيماتودا والصرصور ، وذلك بالإضافة إلى الكائنات المذكورة سابقا ، وقد عرف هذا المجال باسم الوراثة العصبية neurogenetics (وارد Ward ١٩٧٧ ، كوين وجولد Quinn and Gould ١٩٧٩) وتعد دراسة وراثة السلوك فى البكتريا على نفس الدرجة من الجدة ، حيث تستخدم فيها الطوافر التى تظهر مستويات مختلفة للانجذاب إلى الكيماويات (أدلر Adler ١٩٧٦) . ومع كثرة وتباين حالات السلوك المدروسة إلا أنها محدودة بالكائن المستخدم ، وعلى ذلك ، فبرغم أن هذا الوجه من أوجه وراثة السلوك يستدعى الانتباه ، وتزداد الأعمال المتعلقة به باستمرار ، إلا أن القليل منها له

علاقة بالعمليات التطورية . ولذلك فلن يتم هنا تناوله بالتفصيل .

وفي إطار ذلك يبرز السؤال عن العوامل التي يمكن أن يستخدمها دارس الوراثة للفرقة بين السلوك والصفات الأخرى ، كالصفات الظاهرية مثلا ؟ ورغم عدم إمكانية تقديم إجابة مطلقة على هذا السؤال . فإن دراسة وراثة السلوك تؤكد على نواح مختلفة عما يوجد في مجالات الوراثة الأخرى . فيجب اعتبارها كما هي فرعاً حقيقياً من أفرع الدراسات الوراثية وإن كان متميزاً بالتفاعل المستمر مع الأقسام الأخرى كالوراثة التكوينية ووراثة العشائر والوراثة التطورية ، وكذلك بأقسام الدراسات السلوكية الأخرى . وهناك ثلاثة عوامل رئيسية تفرض نفسها باعتبارها ذات أهمية خاصة للدارسي وراثة السلوك بدرجة أكبر مما هي لغيره من المشتغلين بالوراثة ، وبعد ثالث هذه العوامل أكثرها تعلقاً بوراثـة السلوك :

١ - صعوبة التحكم في البيئة : عند استخدام الكائنات وحيدة الخلية أو اللا فقاريات مثل الدروسوفلا ، فمن الممكن نسبياً التحكم الدقيق في الظروف البيئية . وهذا يعني أننا ، بالتصميم المناسب للتجارب ، يمكننا تقدير التأثير الناتج عن الاختلافات البيئية بنجاح . وهذا الأمر يمكن عادة مع القوارض ، خصوصاً إذا ما استخدمت وسائل الكثرونية لاختبار السلوك . وعلى أى حال ، فمع الفقاريات تبدأ التعقيدات في الظهور ، حيث ثبت أن التباين في الخبرات المبكرة يمكن أن يؤثر فيما بعد على السلوك ، وقد لوحظ ذلك حتى في الدروسوفلا عند التعرض لظروف محددة . وعلى سبيل المثال ، فإن السلوك القتالي بين أفراد السلالة الواحدة من الفيران يمكن أن يتأثر بترتيبهم مجتمعيين أو منفصلين . غالباً ما يكون من الصعب تقدير هذه المؤثرات البيئية على السلوك (والتي لا تقتصر بأى حال على استخدام القوارض) ، والأمـوء من ذلك هو احتمال حدوثها دون أن نعيها اهتماماً ، مما قد يؤدي إلى تباين النتائج بين المعامل بسبب عوامل من هذا النوع . أما بالنسبة للانسان . فإننا نتعامل مع نوع يصعب جداً تحديد خبراته المبكرة أو استخدام البيئات في مختلف ظروفها عند دراسته . هذا التأكيد على الحاجة إلى التحكم البيئي ودراسـته لم يكن دائماً موضع اهتمام علماء الوراثة التقليديين لكنه لا يمكن إلا أن يكون ضرورياً للدارسي وراثـة السلوك .

٢ - صعوبة القياس الموضوعي : تقتضي دقة تقدير التأثيرات الوراثية والبيئية والتفاعل بينهما أن يتم قياس الصفة المدروسة بموضوعية كاملة ، ودون أى تحيز من الشخص الذى يقوم بهذا القياس . ففي الدروسوفلا من الواضح أن الموضوعية ممكنة لصفات مثل سرعة التزاوج (الوقت المنقضى بين الالتقاء والتزاوج) أو زمن الجماع ، أو التوجه الضوئى المقاس

في مناهة ما . وفي القوارض ، قد يكون القياس الموضوعي اصعب بعض الشيء . وعلى أى حال ، بالنسبة لصفة كالنشاط ، التى تقاس بواسطة عدادات ذاتية الحركة فى عجالات النشاط أو الخلايا الضوئية الكهربائية ، وذلك بإحصاء اعداد المرات التى يمر فيها الحيوان بنقطة معينة ، فإن القياس يمكن أن يتم بدرجة عالية من الموضوعية . أما القياسات الموضوعية لطقوس التزاوج والسلوك الاجتماعى والأقليمية فإنها تشكل صعوبات أكبر ، وأن كانت قد تمت باستخدام تجارب جيدة التصميم . وبالنسبة للإنسان ، فباستثناء صفات الإدراك الحسى البسيطة مثل عمى الألوان ، فإن القياس الموضوعي يعد مشكلة صعبة ففى صفات مثل الذكاء والشخصية ، التى كثيرا ما تعرضت للتقدير ، من الصعب تجنب الاستنتاج القائل بأن بعض الذاتية قد تتدخل فى عملية القياس والمشكلة تكمن فى أنه ما أن تظهر أحد عناصر الذاتية ، يصير من الصعب تقدير الأهمية النسبية للوراثة والبيئة . وعلى هذا ، ففى نوعنا الخاص يجب أن نتغلب على أكبر صعوبات حياته . فعنصر الذاتية ، الذى يكون فى أدنى درجاته فى الدراسات الكيميائية والوظيفية والظاهرة ، يعد من العوامل التى تميز جزئيا عمل دارس وراثة السلوك عن عمل غيرهم من المشتغلين بالوراثة .

٣ - التعلم والاستدلال : يهتم دارسى وراثة السلوك ، دون غيرهم من دارسى الوراثة ، بالتعلم والاستدلال . هذا الاهتمام يجب اعتباره مميزا رئيسيا لوراثة السلوك ، وذلك عندما ينظر إليها باعتبارها فرع من فروع علم الوراثة . قد يكون التعلم قليل الأهمية بالنسبة للدروس فلا خيث أن معظم السلوكيات المفحوصة تعد فطرية (أى أنها خاصة مباشرة للجهاز العصبى) وذلك فى مقابل السلوكيات المكتسبة بما فيها التعلم . ولكن كواحد من رجال علم الحياة التطورى ، يجد ماير Mayr (١٩٧٤) صعوبات فى استخدام التقسيم الاصطلاحي للفطرى فى مقابل المكتسب . فكلمة فطرى تشير إلى التركيب الوراثى ، ولاشك أنها كانت محصورة فى التعبير عن الوظائف الخاصة بردود الانفعال فى الحيوانات الدنيعة . أما كلمة المكتسب فهى تشير إلى الشكل الظاهرى ، وبالتالي فلا يمكن أن يكون أحدهما عكس الآخر . وقد حل ماير Mayr هذه المشكلة بشكل أساسى بنسبة السلوك إلى مفهوم البرنامج الوراثى - وهو المفهوم الذى اشتق من علم الحياة الجزيئى ونظرية المعلومات . وتبعاً لذلك ، فالسلوكيات المبنية على برنامج وراثى لا يسمح بقدر يمكن إدراكه من التحورات خلال عملية الترجمة إلى شكل ظاهرى تسمى بالبرامج المغلقة . وهناك برامج وراثية أخرى يتم تحويلها خلال الترجمة إلى شكل ظاهرى بواسطة ما يتزود به الفرد من خبرات تقع خلال فترة حياته . هذه البرامج تتضمن بين مكوناتها جزءا مكتسبا ويشار إليها بالبرامج المفتوحة . تنتشر البرامج المغلقة فى الكائنات التى تتميز بقصر فترة حياتها ، والتى

يجب أن تتضمن الدروسوفلا في الوقت الحالي . أما البرامج المفتوحة فهي أكثر احتمالاً في الكائنات ذات فترة الحياة الطويلة والمتضمنة لمرحلة خاصة بالرعاية الأبوية . ومع ذلك ففي الدروسوفلا ، حيث يوجد السلوك التعليمي بالنسبة لنماذج التعرف النوعي ، هنالك تقارير أخرى عن التعلم تحتاج المزيد من التأكيد في المرحلة الحالية . وفي القوارض ، هنالك دليل واضح أن الخبرات المبكرة تؤثر على نماذج السلوك المتأخر (انظر : ارهيمير - كملنج Erlenmeyer-Kimling ١٩٧٢) . وقد وجد أن نماذج ومعدلات التعلم تختلف فيما بين السلالات وبعضها . ولذا فالتعلم يتضمن الوراثة والبيئة ، كما يتضمن التفاعل بينهما . وفي الانسان ، حيث وصل التعلم والاستدلال إلى أعلى المستويات ، يتضائل أملنا في التحكم البيئي ، كما لا نملك عموماً أشكالاً مظهرية معروفة للسلوك . في مثل هذا الوضع ، تكون البرامج الوراثية في أكثر حالاتها انفتاحاً .

قراءات عامة GENERAL READINGS

- Ehrman, L., G. S. Omenn, and B. Caspari (eds.). 1972. *Genetics, Environment, and Behavior: Implications for Educational Policy*. New York: Academic Press. The proceedings of a research workshop on the genetics of behavior, human and animal, at molecular, cellular, individual, population, and evolutionary levels, with the aim of seeking possible applications in research of interest to education.
- Fuller, J. L., and W. R. Thompson. 1960. *Behavior Genetics*. New York: Wiley. The classic text in the field, ably summarizing it to the end of the 1950s.
- Fuller, J. L., and W. R. Thompson. 1978. *Foundations of Behavior Genetics*. St. Louis: Mosby. An updated version of the 1960 book stressing rodents and human beings in particular.
- Hirsch, J. (ed.). 1967a. *Behavior-Genetic Analysis*. New York: McGraw-Hill. An overview of much of behavior genetics that developed in the early 1960s.
- McClearn, G. E., and J. C. DeFries. 1973. *Introduction to Behavior Genetics*. San Francisco: Freeman. A recent representative account of the field at a relatively elementary level assuming no previous knowledge of genetics.
- Manosevitz, M., G. Lindzey, and D. D. Thiessen. 1969. *Behavioral Genetics: Method and Research*. New York: Appleton. A comprehensive collection of important original articles contributing to the development of the field.
- Parsons, P. A. 1967a. *The Genetic Analysis of Behaviour*. London: Methuen. An account of how behavior can be analyzed genetically, with specific emphasis on *Drosophila*, rodents, and human beings. A discussion of evolutionary implications is included.
- Spuhler, J. N. (ed.). 1967. *Genetic Diversity and Human Behavior*. Chicago: Aldine. The proceedings of a conference on the behavioral consequences of genetic differences in human beings.
- Thiessen, D. D. 1972. *Gene Organization and Behavior*. New York: Random House. A brief account of behavior genetics with some stress on evolutionary aspects.
- Van Abeelen, J. H. F. (ed.). 1974. *The Genetics of Behaviour*. Amsterdam: North-Holland. A collection of important original articles.

الفصل الثاني

الوراثة الأساسية

يهدف هذا الفصل إلى استعراض القواعد الأساسية للوراثة نظرا لأهميتها لفهم الفصول التالية . ولن يكفي العرض الذى يقدمه فصل واحد للإلمام بأسس الوراثة . ويمكن للقارئ الذى لا يجد هذا الحصر المختصر كافيا الرجوع إلى مراجع الوراثة العامة للاستزادة من المعلومات المعطاة . وتوجد قائمة بالمراجع الملائمة فى نهاية هذا الفصل .

٢ - ١ الوراثة المنديلية

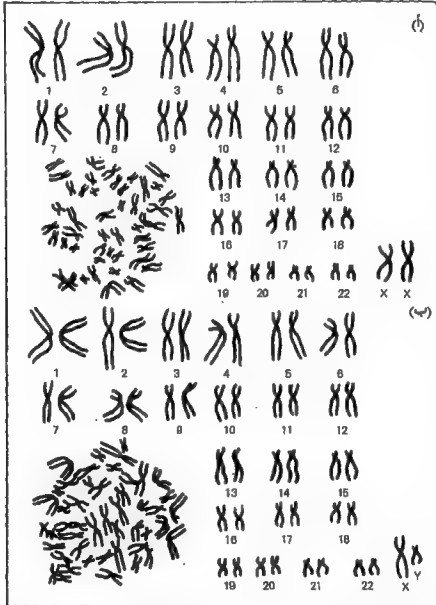
إذا لاحظنا اختلافا فى لون الشعر أو العين وهذه الاختلافات تنتشر فى العائلات فإن ذلك لا يكون كافيا أن نقول بأن هذه الصفة تورث . فالمهم أن نعرف كيفية توارث الصفات . وهذا واحد من أهم أهداف دراسة علم الوراثة وعلى هذا فلا بد للرجوع لكيفية انتقال هذه الصفات من جيل لآخر والتعرف على القواعد التى تحكم انتقالها . وتعرف ملامح أى كائن بالشكل الظاهرى . ومع أنه من المتعارف عليه بالنسبة للشكل الظاهرى بأنه الملامح الخارجية للفرد فإن تعريفه يمكن أن يمتد ليشمل مجموعة المكونات الوظيفية والتشريحية والسلوكية لذلك الكائن . وفى هذا الكتاب سوف يكون تركيزنا على المكونات السلوكية لمجموع الشكل الظاهرى . ويعتمد الشكل الظاهرى على مجموع ما يحمله أى كائن من جينات (تركيبه الوراثى) وكذلك على تأثيرات البيئة التى يعيش فيها الكائن . وكما يبدو واضحا فإن للبيئة أهميتها الخاصة فى دراسة السلوك وذلك لأن الأنماط السلوكية تتأثر كثيرا بالبيئة حتى ولو كانت التغيرات المظهرية صغيرة . فمرض البول الفينيل كيتوى فى الإنسان هو مظهر لاختلال التحكم الوراثى نتيجة لفشل تمثيل الفينيل ألانين . والفينيل ألانين من الأحماض الأمينية الأساسية

والذى يوجد بكميات سامة فى مرضى البول الفينولى ومن بين تأثيرات هذا الفشل فى التمثيل انخفاض معامل الذكاء (IQ) الذى يستخدم كمقياس لدرجة الإستيعاب . بالإضافة لذلك فإن مرضى البول الفينيل كيتونى يتميزون بصغر حجم الرأس لدرجة بسيطة وكذلك خفة فى لون الشعر بمقارنتهم بالأشخاص العاديين وعموماً يمكن تصحيح أخطاء التمثيل بغذاء خاص ينلر به الفينيل ألانين فيتحسن معامل الذكاء نسبياً خيراً من تركه دون علاج . وعلى هذا يمكن أن نلاحظ علاقة بين شكل ظاهرى يحتوى كلا من المكونات الوظيفية والسلوكية .

والموضوع الرئيسى الذى يتضمنه هذا الفصل هو طبيعة التركيب الوراثى . ولن يكون هناك اهتمام كبير بتأثير التباينات البيئية الذى سوف ينال حظه فى الفصول الأخيرة ، وذلك لأهمية الإلمام بالأسس الوراثية قبل الدخول فى تفاصيل التعقيدات الراجعة للبيئة . والوحدات الخاصة بالتوارث هى الجينات وهى موجودة بالكروموسومات

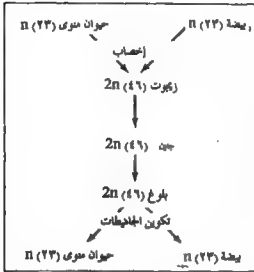
والكروموسومات يمكن ملاحظتها خلال انقسام الخلية فى الإنسان حيث يوجد ٤٦ كروموسوما تترتب فى ٢٣ زوج مختلفة الحجم والمظهر . بعض هذه الأزواج يمكن معرفته (شكل ٢ - ١) . فى الأنثى يوجد ٢٣ زوجاً متاثلاً من الكروموسومات ، أما فى الذكر فيوجد ٢٢ زوجاً من الكروموسومات المتاثلة بالإضافة إلى زوج من الكروموسومات غير المتاثلة فى الطول . والكروموسومات غير المتاثلة فى الذكور تعزى لوجود كروموسومى X ، Y أما التماثل فى الإناث فيعود لوجود زوج تماثل من كروموسوم X . ومن البديهي أن تكون هذه الكروموسومات مسئولة عن تحديد الجنس . وخلال تكوين الحيوانات المنوية والبويضات أو ما يعرف بتكوين الأمشاج (الجاميطات) يختزل عدد الكروموسومات إلى النصف فتشمل كل الكروموسومات المختلفة فى الجاميط الواحدة التى يوجد بها عضو واحد من كل أزواج الكروموسومات هذا يعنى بالطبع أن جاميطات الذكر إما أن يوجد بها كروموسوم X أو Y وليس الأثنين معاً (بالنظر لـ X و Y كزوج) . وفى الإخصاب تتحد جاميطتان تحتوى كلتاهما ٢٣ كروموسوم لتكوين خلية مخصبة بها ٢٣ زوجاً أو ٤٦ كروموسوم مرة أخرى . هذه العملية يمكن ملاحظتها توضيحياً فى شكل ٢ - ٢ ويعرف العدد الكروموسومى ٢٣ الموجود بالجاميط بالعدد الأحادى أما العدد الموجود بالزيجوت ($2n = 46$) فيعرف بالعدد الثنائى . وعلى هذا يمكننا كتابة n لتعبر عن العدد الأحادى و $2n$ عن العدد الثنائى وذلك لاختلاف الأنواع فى عدد كروموسوماتها .

تشغل الجينات مواقع مختلفة على الكروموسوم (مفردا موقع) . ففى الفأر العدد الثنائى للكروموسومات ٤٠ ، ويوجد جين على الكروموسوم الخامس فى موقع يطلق عليه Fidget (مسئول عن القلق العصبى) وعندما يوجد الجين الخاص بالقلق على كلا من كروموسومى الزوج الخامس فإن ذلك يؤدى إلى تغير سلوكى شكله الظاهرى يتمثل فى حركة مستمرة لرأس الفأر من جانب لآخر .



شكل ٢ - ١ : كروموسومات الإنسان أ . خلية انوية عادية بها ٤٦ كروموسوم والطرز النوى الانوى
 ب . خلية ذكورية عادية بها ٤٦ كروموسوم والطرز النوى الذكوى المادى (XY) (يتصرغ من
 برليسور رايونند تورين) .

ويمكن كتابة الجين fi للاختصار ويكون الفأر تركيبة الوراثي $fi fi$ (الفأر كائن ثنائي توجد كروموسوماته في أزواج) . وفي معظم الفيران فإن الجين الخاص بالقلق لا يكون موجودا في هذا الموقع ولكن يوجد بديلا عنه جين طبيعي آخر والذي يمكن كتابته $+$. نقصد بجين طبيعي الجين الذي يوجد عادة في ذلك الموقع في الفيران ذات السلوك الطبيعي . يوجد احتمالان إذا كان الشكل الظاهري للفأر طبيعيا ، فإما أن يكون التركيب الوراثي $fi +$ أو $++$ وفي كلتا الحالتين لا يوجد أى تغير سلوكي مظهرى



شكل ٢ - ٢ : تغير عدد الكروموسومات في الإنسان خلال تكوين الجانيطات والزيجوت . وهذا يمكن تصميجه للكائنات التي تتكاثر جنسيا والتي سوف يشار إليها في هذا الكتاب بـ n حيث n هو العدد الأحادي و $2n$ هو العدد الثنائي .

فالشكل الظاهري لصفة القلق يمكن رؤيته فقط في حالة وجود جينين fi ولذلك فيطلق على الجين fi بأنه متنحي $-$ ومن ناحية أخرى فإن الصفة العادية لعدم القلق تظهر في حالة وجود واحد أو اثنين من جينات $+$ ولذلك فيطلق على جين $+$ بأنه سائد على الجين fi . وفي مجال الحديث عن المصطلحات يلاحظ أن الطرازين المختلفين للجين على موقع ما في مثل هذه الحالة fi و $+$ تعرف بأنها اليلات . والأفراد التي تكون اليلاتها متماثلة في موقع ما على كلا الكروموسومين ($++$ أو $fi fi$) تعرف بأنها نقية ، في حين أن الأفراد التي يوجد اختلاف بين اليلاتها مثل $fi +$ فتعرف بأنها خليطة (زيجوت خليط) . هذه الاصطلاحات البسيطة التي ذكرت في هذا العرض السريع ضرورية لفهم ما يحدث في الهجن البسيطة فإذا كان شرح المصطلحات هنا أو ربما فيما بعد في هذا الفصل ليس كافيا للقارئ يمكن الرجوع إلى المراجع المذيلة لهذا الفصل وعلى وجه الخصوص كرو Crow (١٩٧٦) .

يجب التأكيد أن السيادة والتحي ليست تامة بالضرورة فغالبا ما يمكن تميز التراكيب الخليطة من كلا التركيبين النقيين (المتأثلين) . وللوهلة الأولى فقد تبدو السيادة تامة على المستوى السلوكي أو الظاهري لكن الدراسات البيوكيماوية الدقيقة أو الاختبارات الوظيفية قد تظهر الاختلافات بين التراكيب الخليطة والتراكيب المتأثلة العادية .

كمثال على ذلك مرضى البول الفينيل كيتوني ، هذه الصفة يحكمها جين p وتكون التركيب الوراثي للمرضى pp أما الأفراد ذوى المظهر العادى فتركيبهم $++$ أو $p+$ ، ولكن على المستوى البيوكيماوى فيمكن تمييز $++$ ، $p+$ تكون الأفراد ذات التركيب $P+$ أكثر محتوى فى السرم لفينيل الانين أكثر من الأفراد $++$ وبالطبع فإن مستوى الفينيل الانين فى مرض البول الفينيل كيتوني (PP) يفوق ذلك . هذا النوع من السيادة الغير كاملة يعرف بالسيادة غير التامة وعلى ذلك فبالاعتداد على مستوى الملاحظة للشكل الظاهري يمكن الخروج باستنتاجات مختلفة عن مستوى السيادة اعتمادا على مكونات هذا الشكل الظاهري التي يمكن قياسها . وعلى ذلك فافتراض السيادة التامة فى كثير من الحالات يكون بفرض التبسيط .

بفرض وجود ذكر من الفيران تركيبه الوراثي ff لقح مع أنثى ff فالجاميطات الناتجة من الفأر ff تكون ff فقط فى حين أن الناتجة من الفأر ff تحمل ff أو $f+$ أو بمعنى آخر أنه يوجد انعزال فى الجاميطات فتحمل أحد الجينات أو الآخر وليس كلاهما والجاميطات الناتجة من الفأر ff بالمصادفة يحوى حوالى النصف منها الجين ff فى حين يحوى النصف الآخر تقريبا الجين $+$ والرسم التوضيحي يبين الجاميطات المتوقعة وكذلك الزيجوتات المتكونة من اخصاب الجاميطات الأنثوية بجاميطات ff الذكورية .

	جاميطات	
	$\frac{1}{2}f$	$\frac{1}{2}ff$
ff جاميطات ♂	$\frac{1}{2}ff$	$\frac{1}{2}ff$

وعلى ذلك فتتوقع فى النسل $ffff$: ff أو $\frac{1}{2}ff$ عاوى : $\frac{1}{2}ff$ قلق . وعند عكس الجنتين تكون النتيجة المتوقعة مطابقة وذلك بتلقيح ذكر ff مع أنثى ff أو بمعنى آخر فإن النسل يوضح تماما ما حدث من إنعزال أثناء تكوين الجاميطات . (غالبا ما يحدث إنخفاض طفيف عن $\frac{1}{2}$ للفيران القلقة من بيانات التربية وذلك لأن الفيران القلقة احتمال معيشتها أقل من الأفراد العادية) . وأساس الانعزال أول ما ذكر كان

بواسطة مندل في ١٨٦٥ في دراسته التقليدية على البازلاء وهو حقيقة ما يعرف غالباً بقانون مندل الأول .

وقد درس مندل أيضاً زوجين من الجينات المختلفة في طبيعتها أو الأليلات على موقعين محمولين على كروموسومات منفصلة في وقت واحد . فإذا كان أحد الموقعين يحمل اليدين مختلفين A و a والموقع الآخر B و b وهجن فرد خليط لزوجين AaBb مع آخر متماثل لزوجين aabb فما هو المتوقع ؟ (نفترض أن A و B سائدين على a و b على التوالي) فالفرد المتنحي المتماثل لزوجين aabb نتوقع أن يعطي نوع واحد من الجاميطات ab أما الفرد الخليط لزوجين AaBb فالموقف أكثر تعقيداً وباعتبار كل موقع منفصل فيكون هناك $\frac{1}{2} A : \frac{1}{2} a$ و $\frac{1}{2} B : \frac{1}{2} b$ وعند اعتبار إنعزال الموقعين معاً فالفرض البسيط أن الانعزال هذين الزوجين من الأليلات يحدث مستقلاً عن الآخر . وعلى مستوى الخلية فيوضع ذلك أن الكروموسومات التي تحمل الأليلات تنعزل مستقلة خلال تكوين الجاميطات لو حدث هذا فإن الفرد الخليط لزوجين من المتوقع أن يعطي الجاميطات التالية بنسب متساوية

$$\frac{1}{4}AB : \frac{1}{4}Ab : \frac{1}{4}aB : \frac{1}{4}ab$$

وهذا من الممكن الحصول عليه بضرب $(\frac{1}{2}A + \frac{1}{2}a) \times (\frac{1}{2}B + \frac{1}{2}b)$.

والجاميطات الناتجة يتضح تركيبها عند إخصابها بجاميطات ab الناتجة من المتنحي المتماثل لزوجين aabb فتعطي أربع مجاميع مظهرية محددة من السهل التعرف عليها :

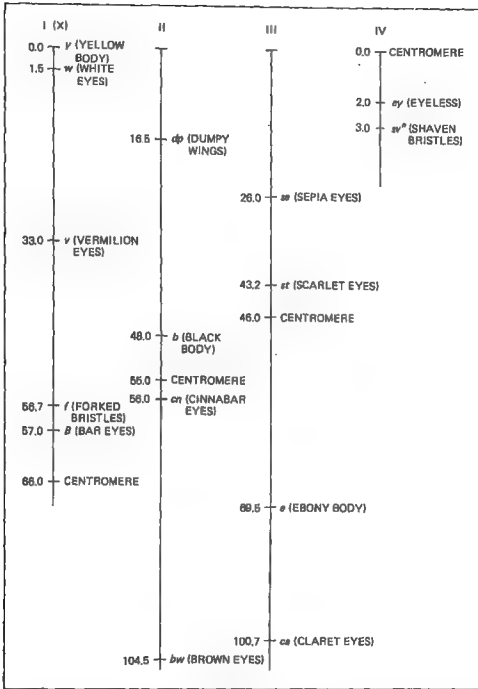
$$\frac{1}{4}AaBb : \frac{1}{4}Aabb : \frac{1}{4}aaBb : \frac{1}{4}aabb$$

والعديد من مواقع الجينات في العديد من الكائنات تعطي نسباً تتقارب مع ذلك وهذا أساس الإنعزال المستقل والذي يعرف بقانون مندل الثاني .

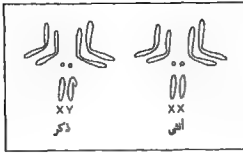
وعندما تكون المواقع على نفس الكروموسوم فإن الأنعزال عموماً لا يكون مستقلاً فالمواقع التي تكون أكثر قرباً من بعضها على طول الكروموسوم تكون أكثر ارتباطاً مع بعضها عند تكوين الجاميطات . ويحدث أثناء تكوين الجاميطات أن تكون اتحادات جديدة للجينات الموجودة على نفس الكروموسوم . وتعتمد نسبة هذه الاتحادات الوراثية على المسافة بين الجينات المدروسة ومن هذه النسب يمكن عمل الخرائط الكروموسومية لكل كروموسوم على حدة . وتوصف الجينات الموجودة على كروموسوم واحد بأنها تكون مجموعة ارتباطية . وفي الإنسان فإننا نتوقع ٢٣ مجموعة

ارتباطية رغم أنها لم تتحدد تماما للآن . وفي كل الحالات فإن عدد المجاميع الارتباطية يتطابق مع العدد الأحادي للكروموسومات . فالفأر الذى نوقش بكثرة فى هذا الكتاب به ٤٠ كروموسوم أو ٢٠ زوج من الكروموسومات بالتالى به ٢٠ مجموعة ارتباطية ، وفى ذبابة الفاكهة دروسوفلا ميلانوجاستر وهى كائن آخر ذو أهمية قصوى فى دراسة الوراثة السلوكية يوجد ٨ كروموسومات وأربعة أزواج وبين (شكل ٢ - ٣) الخريطة الكروموسومية لدروسوفلا ميلانوجاستر وهى مكونة من أربعة مجاميع ارتباطية كما هو متوقع والخريطة تجمع بين جينات تتحكم فى الآثار السلوكية بالإضافة لمواقع تستخدم فى التربية التجريبية (لاحظ أن عدد المجاميع الارتباطية يتطابق مع العدد الأحادي فى شكل ٢ - ٣) .

توجد مشكلة أخرى تعود إلى الجنس فكما لاحظنا فى الإنسان فى حالة الانثى يوجد ٢٣ زوج من الكروموسومات المتأثلة مجموعها ٤٦ كروموسوم (شكل ٢ - ١) متضمنة كروموسومى X . والذكر يحتوى ٤٦ كروموسوما مكونة من ٢٢ زوج من الكروموسومات المتأثلة مضافا إليها كروموسوم X يماثل كروموسوم X الموجود فى الأنثى وكروموسوم Y الذى لا يماثل أيا من كروموسومات الإنثى (شكل ٢ - ١) . وعلى ذلك يمكن أن نوضح تركيب الأنثى بالصورة $XX + 22$ والذكر $XY + 22$ وهذه ٢٢ زوج من الكروموسومات الجسمية مضافا لها كروموسومات الجنس X و Y . وعموما ففى الكائنات محل الدراسة فى هذا الكتاب فإن كروموسومات الجنس تقوم بدور الميكانيكية المحددة للجنس . وتعرف الجينات الموجودة على كروموسوم X بأنها مرتبطة بالجنس أما النشاط الوراثة المعروف عن كروموسوم Y فهو محدود بالنسبة للكائنات التى يحدث تحديد الجنس لها عن هذا الطريق . وعلى ذلك ففى الأنثى فإن مسألة التماثل أو الخلط للجينات المحمولة على كروموسوم X تماثل تماما الكروموسومات الجسمية كما سبق مناقشتها . وبسبب ازدواج كروموسوم X مع Y فى الذكر فإنه يلاحظ أن بعض الصفات المتنحية النادرة المرتبطة بالجنس تكون أكثر تمثيلا فى الذكور وذلك لأن الجينات المتنحية لا يمكن إخفاؤها لعدم وجود اليلات سائدة مماثلة لها فى المقابل . هذا ومن الملاحظات العامة أن المواقع الموجودة على كروموسوم X فى معظمها لا يوجد ما يماثلها على كروموسوم Y . وفى الذكور حيث توجد المواقع على كروموسوم X فقط تعرف بشبه الأصبيلة hemizygous لخل هذه المواقع .



شكل ٢ - ٣ : خريطة ارتباطية في دروسوفلا ميلانوجاستر - بعض الجينات الشائعة خاصة في مجال السلوك - السنترومر هو الجسم الذي تتصل به خيوط المغزل خلال إنقسام الخلية (عن بريدجز وبرنهم Bridges and Brehme ١٩٤٤ ومصادر أخرى) .



شكل ٢ - ٤ : كروموسومات دروسوفلا
ميلانوجاستر . لاحظ كروموسومى X و Y في
الذكر وكروموسومى X في الأنثى .

(توجد نظم أخرى لتحديد الجنس في كائنات أخرى ولكنها قليلة الأهمية لهذا المرجع) . ومن الحقائق ذات الأهمية السلوكية في الإنسان أن الجينات الخاصة بعمى الألوان أحمر - أخضر (انظر قسم ١١ - ٦) وكذلك نوع من تدهور العضلات تكون تحت تحكم جينات متنحية مرتبطة بالجنس . كما هو متوقع ، فإن هذه الحالات تكون نسبة حدوثها أكبر في الذكور عنه في حالة الإناث . كروموسوم ١ في شكل ٢ - ٣ هو كروموسوم الجنس في دروسوفلا ميلانوجاستر وبه الجينات المرتبطة بالجنس أصفر (لون الجسم) وأبيض (العين) وأحمر قرمزي vermillion (العين وشوكية الشعيرات) ، الثلاثة الأول منها لها تأثيرات سلوكية معروفة تشمل الرغبة في التزاوج . والمظهر الميكروسكوبى لكروموسومى X و Y وكذلك الكروموسومات الجسمية يظهر في شكل ٢ - ٤ (لاحظ الكروموسومات التى تشبه النقط فهي تطابق المجموعة الارتباطية الرابعة في شكل ٢ - ٣) .

٢ - ٢ الوراثة الكمية

كما ناقشنا سابقا فإن التباين الوراثى يحكمه جينات معينة ذات مواقع معينة على الكروموسومات . ولكن بعض الصفات السلوكية هي صفات كمية ولا تنزل في مجاميع محددة ، وأمثلتها في الإنسان تتضمن الطول والوزن ومعامل الذكاء داخل العشيرة - هذا لا يعنى أنه لا توجد جينات معينة معروفة تحكم هذه الصفات . ففى الحقيقة أن الجين الخاص بمرض البول الفينيل كيتوى ذو تأثير محدد لتقليل معامل الذكاء . وغالبا ما يقترب التوزيع التكرارى للكثير من الصفات الكمية من التوزيع الطبى المتصل من الوجهة الإحصائية والتوزيع المتصل يمكن التعبير عنه تماما عن طريق مقياسين : المتوسط والتباين .



شكل ٢ - ٥ : منحى توزيع طبيعى
أ ، ب هما نفس المتوسط ولكن تباين ب أكثر
من تباين أ

بالنسبة للمتوسط أو القيمة المتوسطة يمكن حسابه إذا كانت x_i هى القيمة الملاحظة
لفرد ما وكانت هناك مجموعة من القيم عددها n فيكون المتوسط (\bar{x}) كما يلى :

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

(حيث يرمز إلى مجموع القيم و x_i هى القيم) . والمقياس الآخر وهو ما يعبر عن
التباين حول المتوسط . ففى بعض الحالات يكون التباين حول المتوسط صغيرا وفى بعض
الحالات يكون أكبر كما يرى فى المنحنيين A, B فى شكل ٢ - ٥ . والتباين يمكن
قياسه مسبقا كما يلى :

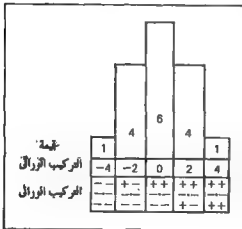
$$\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2$$

والجذر التربيعي للتباين هو الانحراف القياسى *standard déviation* . وتعتمد نظرية
الوراثة الكمية فى معظمها على افتراض التوزيع الطبيعى . وإذا كان من الممكن افتراض
توزيع طبيعى فإنه من الممكن إيجاد التحويلات الجبرية المناسبة . فعلى سبيل المثال نجد أن
التحويل إلى لوغاريتمات سوف يحول البيانات إلى توزيع طبيعى تقريبا .

بفرض أن صفة ما تبدى تباينا متصلا أو مستمرا وتخضع جزئيا للتحكم الوراثى ،
يمكن فى هذه الحالة أن نسأل عن الكيفية التى يبدو بها التباين الوراثى الغير متصل
بطبيعته ، والناتج عن الانعزال الوراثى للجينات كوحداث محددة ، كتبان متصل . فلو
فرض وجود فردين تركيبهما $A/a . B/b$ و $A/a . B/b$ أزواج من الجينات فى
مواقع غير مرتبطة مع بعضهما وبفرض أيضا أن الجينات A و B تتسبب فى زيادة قيمة
صفة كمية ما بمقدار وحدة واحدة وكذلك الجينات a و b يتسببان فى خفض القيمة
بمقدار وحدة واحدة فربما يكون من السهل كتابة $A/a . B/b$ فى صورة أكثر تبسيطا

$+/-$. $+/-$ باعتبار أن A و B هي جينات + وكذلك الجينات a و b كجينات - وبمساب عدل الجينات + وعدل الجينات - يكون هناك مقياس أو قيمة كمية لكل تركيب وراثي .

وفي التهجين السابق يوجد خمسة تراكيب وراثية تتوزع كما في شكل ٢ - ٦ تتراوح من فرد به ٤ جينات - إلى فرد به ٤ جينات + والتركيب الوراثي الأكثر تكرارا هو $+/-$. $+/-$ ، والقيمة المعادلة لتركيبه الوراثي صفر حيث يوجد جينين + ، وآخرين - ، وفي نفس الوقت هو المتوسط لقيمة التركيب الوراثي ، أما أقل التراكيب الوراثية تكرارا فهي ما توجد في الطرفين $++$. $+/+$ و $-/-$. $-/-$ وقيمة وراثية $+/-$ و $-/-$ على الترتيب . وفي حالة وجود موقع أليلي ثالث بنفس النظام السابق فعند التهجين بين الفردين الخليطين فإن عدد الأقسام للتركيب الوراثية الناتجة يزداد إلى سبعة وفي حالة زيادة زوج رابع فترتفع إلى تسعة أقسام وهكذا . وتصبح الفروق بين الأقسام بسيطة كلما زادت المواقع المنعزلة حتى تصل إلى حالة تصبح الفروق بين الأقسام في حدود الأخطاء التي تحدث في القياس فعندئذ يصبح التوزيع متصلا كما في شكل ٢ - ٥ . بالإضافة إلى ذلك فإن أي تباينات ليس لها مسببات وراثية يمكن أن تحجب ما تستتبعه الانحرافات من عدم استمرار التوزيع وعلى ذلك فإن التباين يمكن أن يصبح متصلا بصرف النظر عن دقة القياس.



شكل ٢ - ٦ نسب التراكيب الوراثية من التهجين $+/-$. $+/-$ × $+/-$. $+/-$. (العدد النسبي من جينات + و -) وفي المستوعرام تظهر نسب كل تركيب وراثي .

وعلى ذلك فتعد الجينات ذات التأثير البسيط على الشكل الظاهري للصفة بالإضافة إلى الاختلاف الذي يعود إلى التأثير الغير وراثي أو البيئي يؤديان إلى الحصول على توزيع متصل كما في شكل ٢ - ٥ . الجينات التي تساهم في وراثة الصفات الكمية ولا يمكن

التعرف عليها عن طريق الانعزال المنديل التقليدى (بمعنى أنه لا يمكن دراسة كل منها على انفراد) تعرف باسم الجينات العديدة . أما الجينات التى يمكن دراستها فرديا فيطلق عليها الجينات الكبيرة . ولا يوجد أى تميز بيولوجى أساسى بين الجينات الكبيرة والجينات العديدة . والاصطلاحات قد لا يتعدى القصد منها سوى الملائمة لطريقة الدراسة التى تصلح للدراسة تأثير الجينات الكبيرة لا تستعمل للدراسة الجينات العديدة . ومع ذلك فمن الممكن باستخدام الطرق الإحصائية والطرق البيوكيمائية من زيادة تأثير الجينات العديدة لبعض الأغراض والأهداف فتظهر كأنها جينات كبيرة .

الصفات السلوكية مثل طول فترة التزاوج فى الدروسوفلا وتسجيلات النشاط فى الفئران ومعامل الذكاء فى الإنسان هى بالتحديد صفات كمية ، وبالتالى يلزم لتحليلها التعرف على أهداف وطرق الوراثة الكمية بالدرجة الأولى . والهدف الأساسى هو أن نقسم قيمة الشكل الظاهرى (P) التى يمكن قياسها الى مكوناتها الوراثة (G) والبيئية (E) وهذه العلاقة يمكن التعبير عنها بشكل أبسط كالتالى

$$P = G + E$$

وطالما أننا نتعامل مع صفات متصلة التباين ، فإننا نحتاج للتباين الظاهرى (Vp) والذي يمكن تقسيمه لمكوناته الى تباين وراثى (VG) وتباين بيئى (VE) وبافتراض انه لا يوجد تفاعل بين التركيب الوراثى والبيئة - وهو أسهل الفروض الممكنة التى لا تتسع غالباً للحديث عن الصفات السلوكية - فالتباين الظاهرى يمثل فى هذه الحالة مجموع التباين الوراثى والتباين البيئى وعلى هذا

$$V_P = V_G + V_E$$

ومن المعقول أن نقيس جزءاً من التباين الظاهرى الكلى وهو التباين الوراثى - وعلى هذا

$$\frac{V_G}{V_G + V_E} = \frac{V_G}{V_P}$$

وهذه النسبة تعرف بالمكافئ الوراثى بالمعنى الواسع أو درجة التحكم الوراثى ، وهو مكون هام فى دراسة الصفات الكمية التى تتضمن الصفات السلوكية . بالإضافة الى ذلك فالمفاهيم الأخرى المذكورة فى هذا القسم سوف تستعرض فى الفصلين ٦ و ٧ .

الصفات التى يتحكم فيها العديد من الجينات تشتمل على عدد من الصفات السلوكية التى ندرسها وخاصة فى الإنسان . فماعدنا الأمراض النادرة التى يمكن تتبعها من

سجلات النسب والتي يظهر إنها نتيجة تحكم موقع واحد ، نجد أن بعض الصفات السلوكية الضارة التي تتضمن بعض نماذج التخلف العقلي فسرت على أنها صفات يحكمها العديد من الجينات . ويجب أن يكون من الواضح أنه قد تظهر بعض التعقيدات فيما يخص الإنسان بالذات ، وذلك إن هذه الصفات غالباً ما تكون شديدة القابلية للتأثر بالبيئة عند مقارنتها بالصفات المورفولوجية مثل الطول وظهور الأسنان . كما سبق التأكيد في الفصل الأول ، فإن هذا التذبذب البيئي هو من الصعوبات في وراثة السلوك . كلا من التذبذب البيئي وتعدد الجينات منفصلين أو مجتمعين يؤديان إلى ظهور التوزيع المستمر للصفات كما يبدو في شكل ٢ - ٥ .

نموذج آخر من الصفات يجب أن نضعه في اعتبارنا ، وهو الصفات الحدية . وهذه الصفات هي التي يمكن تقسيم الكائن ظاهرياً إلى أفراد تظهر الصفة وأخرى لا تظهر هذه الصفة (أنظر قسم ٧ - ٢ لمعرفة المزيد عن الصفات الحدية) . توجد أمثلة مورفولوجية ذات نتائج سلوكية في الإنسان تتضمن عيوب أو تشوهات كبرى في الجهاز العصبي مثل غياب المخ . واستسقاء الدماغ وانشقاق القناة الشوكية والتي غالباً ما تنشأ جميعها خلال الأسابيع الثمانية الأولى من حياة الجنين . وقد اقترحت الوراثة الكمية حتى مع معرفة أثر الجينات الكبرى بالإضافة لذلك فإن العوامل البيئية أيضاً قد تكون مناسبة وذلك لأن تكوين الصفات المورفولوجية المعقدة تعتمد على عمليات أو تفاعلات عديدة والتي تقدم إمكانات للتداخل قد تكون بالسلب أو الإيجاب مع العوامل البيئية . والمعلومات عن الجزء المتوارث من هذه الصفات يتأتى من المقارنات بين الأقارب فكلما ازدادت درجة القرابة من الحالة الرمزية أو الأولى في دراسة اضطراب ما ، كلما أدى وجود مكون وراثي وراء هذا الاضطراب إلى زيادة توقعه في الأفراد المدروسة . يحدث ذلك بالنسبة للاضطرابات مثل الصرع وفصام الشخصية والذهان الأكتاى (أنظر فصل ١١) . قدمت دراسة العائلة الدليل على التحكم الوراثي في هذه الأمراض ، ولكن مشكلة التباين الناجم عن تأثير البيئة وعن تداخل التركيب الوراثي والبيئة تجعل من الصعب التمييز بين المكونات الوراثية والبيئية ، خاصة في بعض الحالات عندما تكون تأثيرات الخلفية العائلية هامة (أنظر فصلي ٧ و ١١) .

٢ - ٣ وراثة العشائر

اهتم القسم الأول من هذا الفصل بالنسل المنعزل على مستوى العائلة . ولكن اهتمامنا سوف يمتد الآن ليشمل ما هو أكبر من ذلك وهى العشيرة والتي تتكون من عديد من الأفراد مع أنسائها .

وفي غياب مثال بسيط عن الوراثة السلوكية فمجموعة دم MN تعطى نموذجاً لأنعزال زوج واحد من الأليلات فى العشائر الادمية فمجاميع الدم يتحكم فى وراثتها اليدين وهما L^M , L^N ، والتوافق تلم بين التراكيب الوراثية والأشكال الظاهرية . فمثلا الأفراد ذات التراكيب $L^M L^M$ مجموعة دمها M والأفراد $L^M L^N$ مجموعة دمها MN والأفراد $L^N L^N$ مجموعة دمها N . وهذه الأشكال الظاهرية الثلاثة يمكن التعرف عليها بواسطة الاختبارات السيرولوجية .

فإذا وضعنا فى اعتبارنا التوزيع فى عشيرة بشرية ما فسوف يكون هناك عدد معين من أليلات L^M وعدد معين آخر من اليلات L^N . وهذه الأعداد يمكن تقديرها بحساب اليلات كل فرد نقى ($L^M L^M$) بأنها اليدين L^M واليلات كل فرد خليط ($L^M L^N$) بأليل واحد L^M وأليل آخر L^N واليلات الفرد النقى $L^N L^N$ بأليلين L^N . فى عينة مكونة من ١٠٠ فرد بفرض وجود ٤٠ فرد تركيبها $L^M L^M$ و ٤٠ فرد تركيبها $L^M L^N$ و ٢٠ تركيبها $L^N L^N$ فعلى هذا يمكننا حساب عدد الأليلات L^M وعدد اليلات L^N فى هذه الأفراد .

المجموع	عدد اليلات L^M	عدد اليلات L^N
40 $L^M L^M$	80	
40 $L^M L^N$	40	40
20 $L^N L^N$		40
Total	120	80

وبالطبع فقد ارتفع المجموع الكلى للأليلات عن الأفراد حيث كل فرد ثنائى به زوج من الأليلات
النسبة

$$\frac{\text{عدد أليلات } L^M}{\text{العدد الكلى للأليلات}} = \frac{120}{200} = 0.6$$

يطلق عليها تكرار الجين (الأليل) LM بينما النسبة

$$\frac{\text{عدد أليلات } LM}{\text{عدد الكل الأليلات}} = \frac{30}{100} = 0,3$$

ويطلق عليها تكرار الجين (الأليل) LN

ومجموع النسبتين واحد صحيح .

وعلى هذا ففي العشيرة كلها في الجيل الأول يكون التكرار الجيني في البويضات والحيوانات المنوية ٠,٦ للجين LM و ٠,٤ للجين LN . ماذا يحدث عند إتحاد هذه الجاميطات عشوائيا ؟ نحصل على

الجاميطات الأنثوية	الجاميطات الذكورية	
	$0,6L^M$	$0,4L^N$
$0,6L^M$	$0,36L^ML^M$	$0,24L^ML^N$
$0,4L^N$	$0,24L^NL^M$	$0,16L^NL^N$

أو بمعنى آخر فإن نسب التراكيب الوراثية تكون

$$LM LM = 0,36 = 36\%$$

$$LM LN = 0,48 = 48\%$$

$$LN LN = 0,16 = 16\%$$

والتي يبلغ مجموعها الواحد الصحيح .

عندئذ فإننا نود معرفة ما يحدث في الجيل التالي . فالأفراد ذات التركيب $LM LM$ تعطى جاميطات LM فقط والأفراد $LM LN$ جاميطاتها نصفها LM ونصفها الآخر LN أما الأفراد $LN LN$ فجاميطاتها LN وعلى ذلك فإن التكرار الجيني $LM = 0,36$ من التركيب $LM LM + \frac{1}{2} \times 0,48$ من التركيب الوراثي $LM LN = 0,6$ والتكرار الجيني $LN = \frac{1}{2} \times 0,48 + 0,16$ من التركيب الوراثي $LN LN = 0,4$

وعلى ذلك فإنه بعد جيل فإن اتحاد الجاميطات عشوائيا عند الإخصاب أظهر أن التكرار الجيني لم يتغير وبالمثل فإن النسب الزيجوتية (التراكيب الوراثية) تبقى بدون تغيير من جيل إلى جيل .

ويمكن وضع هذه الاستنتاجات في صورة عامة فإذا كان التكرار الجيني $LM = P$ و

وذلك $L^N = q$ و $p + q = 1$ وهذا يؤدي بفرض الاتحاد العشوائى للجاميطات والزيجونات التالية :

الجاميطات الأبوية	الجاميطات الذكورية	
	pL^M	qL^N
pL^M	$p^2L^ML^M$	pqL^ML^N
qL^N	pqL^ML^N	$q^2L^NL^N$

أو $p^2L^ML^M + 2pqL^ML^N + q^2L^NL^N$ ، وعلى هذا يكون مجموع التكرارات الزيجوتية $p^2 + 2pq + q^2 = (p + q)^2$.

وفي الجيل المقبل فإن التكرار الجينى L^M يكون p^2 من $L^ML^M + \frac{1}{2}2pq$ من L^ML^N حيث $L^ML^N = p^2 + pq = p(p + q) = p$ ، $p + q = 1$ ؛

والتكرار الجينى L^N $\frac{1}{2}2pq = L^N$ من L^ML^N و q^2 من

$L^NL^N = q^2 + pq = q(p + q) = q$ ، وهو نفس التكرار الذى بدأنا به

وبحساب التراكيب الوراثية مرة أخرى تكون $p^2L^ML^M + 2pqL^ML^N + q^2L^NL^N$.

وعلى هذا نكون قد اثبتنا قانون هاردي - فاينبرج والذى سمي كذلك نسبة إلى مكتشفه . وهذا القانون يؤكد على : (١) التكرار الجينى لا يتغير من جيل إلى جيل تحت ظروف الاتحاد العشوائى للجاميطات . (٢) تكون نسب التراكيب الوراثية للنسل $q^2 : 2pq : p^2$. (٣) وبصرف النظر عن نسب التوزيع الوراثى التى بدىء بها فإنه يمكن الوصول إلى نسب هاردي - واينبرج $q^2 : 2pq : p^2$ بعد جيل واحد .

كما سبق أن ناقشنا فى الوطع السابق أنه يمكن تقدير التكرار الجينى عندما يمكن التمييز بين التركيب الخليط وبين التراكيب النقية للصفة . ولكن هذا لا يكون الموقف دائما . فعلى سبيل المثال يوجد موقع له نتائج سلوكية وهو الذى يتحكم فى تحديد الأفراد التى يمكنها تلوق مادة الفينيل ثيوكارباميد (PTC) فالذين يتنوقونها قد يحملونها عديمة المذاق أو مرة المذاق ويتحكم فى المذاق موقع ذو اليلين T و t . فالتركيبت الوراثية TT و Tt يتنوقون المادة أما tt فهم لا يتنوقونها وفى عشائر مختلفة فإنه ما بين ٥٠ و ٩٥ فى المائة من الناس يمكنهم ولا يمكن تمييز الأفراد الخليطة Tt كما فى حالة جميع دم MN من الأفراد النقية TT وذلك بسبب سيادة الأليل T على الأليل t . وعلى ذلك فإن التكرار الجينى T و t لا يمكن تقديرها بحساب عددا الأليلات مباشرة كما فى مجموعة دم MN . وعلى هذا إذا كان التكرار الجينى هو P ل T و q ل t فيكون $p^2 + 2pq$ ذواق (TT + Tt) و q^2 غير ذواق (tt) .

وعلى هذا تكون $q =$ مجموعة الغير ذواقه فعلى سبيل المثال إذا كانت هناك عينة من ١٠٠ فرد منهم ٩١ فردا ذواقه و ٩ أفراد غير ذواقه (أو كنسبة ٠,٩١ ذواقه و ٠,٠٩ غير ذواقه) عندئذ $q^2 = ٠,٠٩$, وعلى هذا تكون $q = ٠,٣ = ٠,٠٩$ وبالطرح فإن $P = ٠,٧$ حيث $I = p + q$. أما إذا امكن تميز الأفراد الخليطة التركيب الوراثى تستخدم طريقة حساب الأليلات التى سبق شرحها فى نظام مجموعة دم MN لحساب التكرارات الجينية . وإلا فإن المعلومات المعطاة عن طريق الأفراد الخليطة لن تؤخذ فى الحسبان .

افتراضيا حتى الآن حدوث الاتحاد العشوائى أو الاعتباطى للجاميطات ولكن ماذا يحدث تحت ظروف التزاوج الاعتباطى على مستوى الشكل الظاهرى (يعرف أيضا بالعشيرة الاعتباطية) ؟ للوصول إلى ذلك فإن طرز التزاوج المختلفة وكذلك نسبها سوف تؤخذ فى الاعتبار كما يظهر فى الجزء العلوى من جدول ٢ - ١ . فيوجد ستة من طرز التزاوج كما تبدو بنسبها تحت ظروف التزاوج الاعتباطى فى الجزء الأسفل من الجدول . فلو اخذنا طراز التزاوج $Tt \times Tt$ ونسبته $q^2 p^2$ فعلى هذا يكون النسل الناتج تراكيبه الوراثية بنسب $tt q^2 p^2$ و $Tt q^2 p^2$ و $TT q^2 p^2$. وعلى هذا يكون مجموع النسب الوراثية للنسل التالى نتيجة لحدوث تزاوج الطرز الستة هو $p^2 TT + 2pq Tt + q^2 tt$. وعلى هذا فإن جدول ٢ - ١ يوضح قانون هاردى - فاينبرج تحت ظروف التزاوج الاعتباطى . وكما يبدو جليا فإن نسب التراكيب الوراثية وكذلك التكرارات الجينية لا يحدث لها أى تغيير من جيل لجيل تحت ظروف الاتحاد العشوائى للجاميطات .

جدول ٢ - ١ يوضح لقانون هاردى - فاينبرج فى عشيرة عشوائية التزاوج

تحت ظروف التزاوج العشوائى فإنه يوجد $p^2 TT + 2pq Tt + q^2 tt$ فى كلا الجنسين

ذكور	إناث		
	$p^2 TT$	$2pq Tt$	$q^2 tt$
$p^2 TT$	p^4	$2p^3q$	p^2q^2
$2pq Tt$	$2p^2q$	$4p^2q^2$	$2pq^3$
$q^2 tt$	p^2q^2	$2pq^3$	q^4

من هذا الجدول يمكن استخلاص طرز التزاوج والنسل الذى يعطيه كل منها على النحو التالى :

طرز التزاوج	٤	النسل		
		TT	Tt	tt
TT × TT	p ⁴	p ⁴		
TT × Tt	4p ³ q	2p ³ q	2p ³ q	
TT × tt	2p ² q ²		2p ² q ²	
Tt × Tt	4p ² q ²	p ² q ²	2p ² q ²	p ² q ²
Tt × tt	4pq ³		2pq ³	2pq ³
tt × tt	q ⁴			q ⁴
تكرار	TT = p ⁴ (p ⁴ + 2pq + q ⁴) = p ⁴			
تكرار	Tt = 2pq(p ⁴ + 2pq + q ⁴) = 2pq			
تكرار	tt = q ⁴ (p ⁴ + 2pq + q ⁴) = q ⁴			

تعتمد معظم الأسس النظرية في وراثة العشائر على افتراض حدوث التزاوج الاعباطى . ولو أن التزاوج الاعباطى ليس من المحتم استخدامه في جميع الحالات . ومن أهم الانحرافات التى تحدث ما ينتج عن التربية الداخلية (التزاوج لأفراد تربطها علاقة قرابة لوجود آباء مشتركة) . فالأفراد التى تكون ذات آباء مشتركة تكون فرصتها أكبر لحمل مكررات من الجينات الموجودة في الاسلاف . ولو تزوجت هذه الأفراد فإن هذه الجينات يمكن أن تنتقل لنسلها وهذه العملية تتسبب في زيادة نقاوة بمقارنتها بالتزاوج الاعباطى .

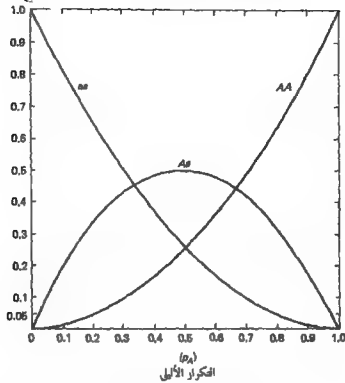
التزاوج المظهري هو تزاوج الأفراد اعتمادا على تماثل الشكل الظاهري . والتزاوج المظهري الموجب هو تزاوج افراد متشابهة الشكل الظاهري معا بصورة أكثر من المتوقع تحت ظروف التزاوج الاعباطى . وقد تكون الأشكال الظاهرية المتأثلة نتيجة لتحكم تراكيب وراثية متشابهة . وهذا يؤدي إلى ما تقوم به التربية الداخلية لزيادة نسبة النقاوة عما هو متوقع تحت ظروف التزاوج الاعباطى . وقد وجد التزاوج المظهري الموجب لعدد من الصفات في الانسان مثل الطول والوزن ومعامل الذكاء وصفات سلوكية مختلفة . ويتعرض الكتاب في فصول مختلفة لنماذج أخرى من التزاوج الغير عشوائى . وحتى هذا الحد فإنه يجب التأكيد مرة أخرى أن التزاوج الاعباطى يحدث عندما لا يكون هناك ميل لدى الذكور أو الإناث للتزاوج مع نوعيات معينة من الأفراد ، موضوعا في الاعتبار الصفة المدروسة . ومع أن التزاوج الاعباطى هو من الأمور العامة المفترضة في الأسس النظرية إلا أن البراهين السلوكية اعتمادا على التسجيلات الحقيقية

للتزاوج بين التراكيب الوراثية المختلفة أظهرت في الحقيقة إنها حالة خاصة . وللأسف فإن الأسس النظرية تصبح غاية في التعقيد حينما نتجاهل افتراض التزاوج الاعتباطى .

ويظهر شكل ٢ - ٧ توازن هاردى - فاينبرج للنسب الوراثية في حالة التكرارات الجينية المختلفة . ومن الحالات الجديرة بالاهتمام حالة الاضطراب المرضى النادر التى تتحكم فيها جينات متنحية . فإذا كان التكرار الجينى للجين a الذى يتحكم في هذه الصفة $q = 0.01$ ، وعلى هذا فإن $p = 0.99$ ، فإن النسبة المتوقعة لظهور أفراد يحملون هذه الصفة aa هى $q^2 = 0.0001$ ، وهى نسبة ضئيلة جدا . في حين أن نسبة الأفراد الخليطة Aa ، والذين يعرفون بأنهم حاملون للمرض وذلك لوجود العامل الخاص بالمرض في تركيبهم الوراثى ، هى $2pq = 2 \times 0.99 \times 0.01 = 0.0198$ ، وهى تقريبا تبلغ ٢٠٠ مرة بالنسبة لعدد الأشخاص المرضى . وكمثال على ذلك مرض البول الغنيبل كيتونى في الإنسان والذى يبلغ نسبته $1/40,000$ في بعض العشائر ويتحكم فيه جين متنحى وعلى هذا يمكننا كتابة $q^2 = 1/40,000$ أو $q = 1/200$ تكون نسبة الأفراد خليطة التركيب والحاملة للمرض .

$$2pq = 2 \times \frac{199}{200} \times \frac{1}{200} = \frac{1}{100}$$

وهى تبلغ حوالى ٤٠٠ ضعف ماهو معروف للأفراد المتنحية النقية - وبالأخذ في الاعتبار كل الصفات المتنحية الضارة الموجودة في الإنسان ، نجد كل منا قد أخذ نصيبه من هذه الجينات الضارة بما لها من آثار سلوكية . النقطة الأخرى التى يوضحها شكل ٢ - ٧ وهى أنه كلما أصبح الجين أكثر عمومية فإن الزيادة النسبية للأفراد الخليطة Aa الحاملة للمرض مقارنة بالأفراد aa تقل وعلى هذا عندما يكون $q = 0.1$ ، فإن الأفراد الحاملة للمرض تبلغ ١٨ مرة قدر الأفراد aa .



شكل ٢ - ٧ : رسم يبين نسب التركيب الوراثية الثلاثة AA, Aa, aa تحت ظروف التزاوج الاعباطى بنسب p^2 , $2pq$, q^2 على الترتيب (عن سبيل Spiess ١٩٧٧)

السلوكية التي يتحكم وراثتها موقع وراثي واحد نادرة الحدوث وعلى هذا ففى أى عشيرة فإن الجينات التي تتحكم فى هذه الأمراض تتركز أساسا فى الأشخاص حاملي المرض .

أما النقطة الأخيرة التي يجب أن نضعها فى اعتبارنا فهى الجينات المحمولة على كروموسوم X . الجينات المرتبطة بالجنس والتي سبق مناقشتها فى القسم الأول من هذا الفصل . فحيث أن الذكور بها كروموسوم X واحد فقط فإن الطريقة المباشرة للحساب تؤدى إلى تقدير التكرار الجينى . وعلى هذا ففى حالة وجود اليلين $p_A + q_a$ سوف توجد فى الذكور وتحت ظروف التزاوج الاعباطى فإن نسب هاردى - واينبرج المعروفة $p^2_{AA} + 2pq_{Aa} + q^2_{aa}$ سوف يكون من المتوقع وجودها فى الإناث ، وذلك لوجود زوج من كروموسوم X بها . وبالنسبة للصفة المتنحية المرتبطة بالجنس فإن نسبة وجودها فى الإناث من المتوقع أن تكون مربع وجودها فى حالة الذكور . فعلى سبيل

المثال فإن مرض عمى الألوان يقل ظهوره في الإناث فالتوقع أن يكون ٠,٦٤ في المائة في عشيرة تكون نسبة الذكور المصابة بهذا المرض ٨ في المائة . وعلى هذا فإن الصفات النادرة المتنحية المرتبطة بالجنس تكون محددة في ظهورها كلية بجنس الذكور . وفي الحقيقة فإن ظهور حالات نادرة من هذا النوع في الإناث قد يكون ضرباً من المحال .

٢ - ٤ اختبارات مربع كاي

الانعزال وبيانات تفضيل التزاوج

أفرد هذا القسم من هذا الفصل عن الوراثة الأساسية عن كيفية تقدير معنى بيانات لانعزال التجريبية .

فبيانات الانعزال غالباً ما يحصل عليها في تجارب التربية ، والنظريات يمكن أن تفترض لتفسيرها . ونحن نود أن نعلم فيما إذا كانت البيانات الملاحظة تلائم النظرية المفترضة حيث أن التباين العشوائى يجعل انطباق النسب تماماً يعد أمراً بعيد الاحتمال . ولتوضيح هذه النقطة نفترض حدوث تهجين في الفيران : (١) هجين بين فردين من الفيران الأجوتية اللون خليطة التركيب الوراثى Aa و (٢) هجين بين فردين من الفيران الصفراء خليطة التركيب الوراثى Aa ، حيث A و Aa عوامل سائدة على a . وجميع الآليات الثلاثة تشغل نفس الموقع ، وبالتالي فهي تعد أول مثال لسلاسل العوامل الآلية المتعدد . والفأر الأجوتى ذو فراء داكن تنتهى قمم شعيراته باللون الأصفر في حين فراء الفأر الأصفر يكون أصفر اللون كما أنه سمين الحجم ويتميز بالبطء في حركته - في حين أن الفيران المتنحية aa يكون فراؤها اسود اللون . (توجد بعض التعليقات عن وجود علاقة بين طفرات لون الفراء والتباينات السلوكية في الفيران في الفصل التاسع) .

بفرض أن كلا من الأنثى والذكر ذوى التركيب Aa ينتجان جاميطات (بويضات وحيوانات منوية بنسب $A = \frac{1}{2}$ و $a = \frac{1}{2}$ كما هو متوقع . وعند حدوث الاتحاد العشوائى لهذه الجاميطات تنتج الزيجوتات المتوقعة منها $(\frac{1}{2}A + \frac{1}{2}a)(\frac{1}{2}A + \frac{1}{2}a)$ فتكون حسب التراكيب الوراثية المتوقعة $\frac{1}{4}AA + \frac{1}{2}Aa + \frac{1}{4}aa$ أو $\frac{3}{4}$ أجوتى : $\frac{1}{4}$ غير أجوتى طبقاً للأشكال الظاهرية .

وفي جدول ٢ - ٢ تظهر بعض البيانات المتحصل عليها من تهجينات بين فيران أجوتى (Aa) . والأرقام المتوقعة محسوبة على أساس أن النسبة المتوقعة هى نسبة ٣ : ١ . وكلما زادت الفروق بين ماهو ملاحظ O وماهو متوقع E أزداد انحراف البيانات المعطاه . c . النسبة المتوقعة .

وفي هذه الحالة فإن $O - E$ قيمته صغيرة لكل قسم في حين لو تضاعفت قيمة $O - E$ عشر مرات لتصبح ١١٢,٥ فهل يمكننا أن نتوقع أن تكون نسبة ١ : ٣ واقعية . حقيقة يمكن التغاضي عن إنحراف النسبة عن ١ : ٣ بقدر ما ، بما يعود للصدفة إلى حد معين من الإنحراف . وعند تعدى هذا الحد يشك في صلاحية النسبة المتوقعة . واختبار الإنحرافات عن نسبة متوقعة يمكن إجراؤه عن طريق اختبار إحصائي بسيط ، وذلك بحساب $(O - E)^2 / E$ لكل قسم وجمعها بعد ذلك . والقيمة النهائية يطلق عليها X^2 (مربع كاي) والتي يمكن كتابتها

$$X^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

حيث Σ تعني المجموع . وللبينات السابقة فإن $X^2 = ١,٥٩$ وهي قيمة صغيرة . وإذا وجد أن قيمة $X^2 < ٣,٨٤$ فإن هناك احتمالا أقل من ٥ في المائة لتوافق النسبة ١ : ٣ ، وإذا كانت $X^2 < ٦,٦٤$ فإن هناك احتمالا أقل من ١ في المائة لتوافق البيانات نسبة ١ : ٣ . وقيم X^2 الملائمة للاحتالات المختلفة أ موجودة في الجداول الإحصائية الشائعة . جدول ٢ - ٣ يظهر جانباً من جدول X^2 . وكما هو واضح فإن قيم X^2 تزداد حيث تقل قيم P .

جدول ٢ - ٢ البيانات الناتجة من التجهين بين فيران أجوتي (Aa) خلطية

العدد المتوقع	العدد الملاحظ	التركيب الوراثي	النمط الظاهري
(E)	(O)		
317.25	306	Aa	أجوتي
106.75	117	aa	غير أجوتي
423.00	423		الكل

جدول ٢ - ٣ توزيع قيم X^2

درجات الحرية	درجات الاحتمال					
	0.50	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01
1	0.455	1.074	1.642	2.706	3.841	6.635
2	1.386	2.408	3.129	4.605	5.991	9.210
3	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	11.345

كلما زادت n زادت قيمة X^2 للاحتال المناظر ، وكلما قل الاحتمال زادت قيمة X^2 لـ n المناظرة

المصدر : فيشر وييس Fisher and Yates ١٩٦٧

وما تحتاجه الآن هو الصف العلوى ، أما استخدام الصفوف الأخرى فسوف يناقش فيما بعد . وعادة فإنه من المتفق عليه أنه إذا قل الاحتمال عن ٥٪ فإننا نبدأ في الشك في أن البيانات لا تطابق النظرية الفرضية ، أو بإصطلاح إحصائى فإننا نقول أن البيانات تختلف معنويا عن النظرية الفرضية ، وعلى هذا فإن النظرية غالبا ما تكون غير صحيحة . وفي المثال فإن قيمة X^2 صغيرة ولذلك فتكون البيانات موافقة للنسبة ٣ : ١ لقدر ما من الاحتمالات . ومع ذلك فإنه لا يمكن على الإطلاق أن نبرهن أن النسبة ٣ : ١ صحيحة . فمثلا لو جمعت بيانات أكثر فمن هذا المنطلق فإن قيمة X^2 يمكن أن تزيد وتعطى اختلافا معنويا عن النسبة ٣ : ١ وعلى هذا فكل ما يعمل اختبار X^2 هو إظهار عدم إنطباق نظرية فرضية ما عند مستوى معين من الاحتمال .

وفي جدول ٢ - ٤ بيانات عن تهجين فيران صفراء خليطة . فمن ناحية الشكل الظاهرى فأنا من المتوقع أن نحصل على نسبة $\frac{3}{4}$ أصفر : $\frac{1}{4}$ غير أجوفى كما حدث بالنسبة للتهجين السابق . وبالنظر إلى هذا المثال فالنظرية المقترضة ٣ : ١ وقيمة $X^2 = ١٦,٤٦$ وهى معنوية على مستوى ٠,١ فى المائة (جدول ٢ - ٣) . فإذا كان احتمال أنطباق النسبة صحيحا فأنا نكتبه $P = 0.001$ وهو ضئيل بدرجة لا تكاد تذكر . وإذا نظرنا أكثر من ذلك الى البيانات الموجودة فى جدول ٢ - ٤ يتضح ملاحظة نقص فى عدد الفيران الصفراء بالمقارنة لما هو متوقع . وذلك يمثل لغزا ما على أساس أن بعض التراكيب الوراثية لا تستطيع الحياة أو أنها مميتة وفى هذه الحالة فأنا نفترض أن التركيب الوراثى النقى aa قد يكون مميتا . فإذا حدث فأنا نتوقع $\frac{2}{3}$ أصفر : $\frac{1}{3}$ غير أجوفى تركيبها $3/4$ خليطة و $1/4$ نقية . وبأجراء اختبار X^2 على النسبة ٢ : ١ فإن قيمة $X^2 = ٣,٦٤$ ($p = 0.10$) وعلى ذلك لا يمكن رفض النظرية الفرضية . وعلى هذا فإن اختبار X^2 يكون مقيدا فى الحكم على مدى انطباق عدة نظريات فرضية .

جدول ٢ - ٤ بيانات عن التهجين بين فيران صفراء

النسبة الظاهري	العدد للملاحظة	العدد المتوقع E فى حالة :		$(O - E)^2/E$	
		3:1	2:1	3:1	2:1
أصفر	706	782	677.33	4.12	1.21
غير أجوفى	310	254	338.67	12.35	2.43
الكل	1016	1016	1016.00	16.48	3.64

وعلى هذا فإنه من المهم أن نتقدم من النظريات البسيطة إلى ما هو أكثر تعقيدا، حيث لا توجد ضرورة لاستخدام النظريات المعقدة إذا كان التفسير الذى تؤديه النظريات البسيطة كافيا من الناحية البيولوجية . وقد تأكدت النظرية الفرضية ٢ : ١ عندما وجدت الفيران ذات التركيب $A^Y A^Y$ ميتة فى الرحم تاركة التراكيب الوراثية aa فقط لتعيش .

وفى عدد من الحالات فإنه قد تظهر قيم x^2 معنوية فى البيانات وذلك مرجعة قلة الحيوية لبعض التراكيب الوراثية أكثر من الأثر المباشر المبيت . ففى الفيران فالفرء القلق المتماثل التركيب غالبا لا يعيش وعلى هذا ففى تهجين $fi + x$ فإنه يكون من المتوقع الحصول على ٣ عادية : ١ قلق ولكن يوجد نقص كبير فى عدد الفيران القلقة والتي تؤدى إلى الحصول على قيمة x^2 معنوية . نفس هذه النقطة سوف تطبق فى بعض الطفرات العصبية فى الفيران عند مناقشتها فى الفصل التاسع .

ماذا يحدث لو كان هناك أكثر من قسمين ؟ ففى التهجين $AaBb \times aabb$ فإن المجموع المظهرية وهى نفسها التراكيب الوراثية المتوقعة لتكون

$$\frac{1}{4}AaBb : \frac{1}{4}Aabb : \frac{1}{4}aaBb : \frac{1}{4}aabb$$

الجنيين a, b مستقلين عن بعضهما . والطريقة المستخدمة لحساب x^2 لأكثر من أربعة أقسام هى نفس الطريقة التى سبق شرحها ونعنى $(O-E)^2/E$. وزيادة عدد الأقسام تزداد عدد مكونات قيم x^2 وهنا يعنى أن قيمة x^2 يتوقع أن تزداد كلما كانت هناك فرصة لزيادة عدد الأقسام أو أن ذلك يؤدى إلى زيادة قيمة 2 التى تحكم على البيانات الموجودة بأنها معنوية على مستوى ٥ فى المائة سوف تزداد بالمثل . ولكن نفهم ذلك لابد أن يؤخذ فى الاعتبار عدد درجات الحرية (n) . وهى فى أبسط صورها عبارة عن عدد المجموع المظهرية مطروحا منها واحد وفى جدول ٢ - ٣ فإن قيم x^2 معطاه لدرجات الحرية $n = 1$ و ٢ و ٣ . وفى تحليل التهجينات البسيطة فى جدول ٢ - ٢ و ٢ - ٤ يوجد قسمين فقط ، وعلى هذا تكون $n = 1$ وتستخدم الرمز x^2_1 حيث يبين الرقم السفلى عدد درجات الحرية وللهجين السابق حيث توجد أربعة مجاميع مظهرية فيحسب x^2_3 .

وكمثال على استخدام قيم $2/3$ فالجدول ٢ - ٥ يظهر البيانات عن تفضيل التزاوج عند خمسة من السلالات المحددة جغرافيا فى دروسفلا سيدأو بسكيورا . وفى كل اختبار للتلفيح استخدمت ١٠ من الذكور والإناث البكارى فى غرف مجهزة لذلك .

جدول ٢ - ٥ تفصيل التزاوج في هجين بين سلالات مخلطة جغرافيا في دروسفلا ميدو أوسيكورا

X ¹ للتزاوج العشوائي	عدد كل طرز من التزاوج				عدد مرات التزاوج	هجين سلالة أ X سلالة ب
	A♀ x A♂	A♀ x B♂	B♀ x A♂	B♀ x B♂		
10.14*	60	50	72	40	222	بيركل X أوكانجان
0.65	37	43	42	38	160	بيركل X أوسن
1.14	7	7	5	9	28	بيركل X هايدن
1.74	23	22	28	30	103	بيركل X سوتورا
0.79	27	33	33	32	125	أوكانجان X أوسن
0.84	14	14	10	13	51	أوكانجان X هايدن
0.74	26	29	32	26	114	أوكانجان X سوتورا
1.58	21	26	30	26	103	أوسن X هايدن
3.57	36	28	27	22	113	أوسن X سوتورا

* النسبة على مستوى ٥.٠٠.

المصدر : أندرسون Anderson وإيمان Ehrman ١٩٦٩ .

وأجريت اختبارات χ^2 لتوقع حدوث التلقيح الاعباطي على أساس نسبة ١ : ١ :
 ١ : ١ لأنواع التلقيحات الأربع من سلالات أ، ب وهي أ × أ أو ب × ب
 وأ × ب و ب × ب . وتوضح النتائج أنه في حالة واحدة فقط في هجين بيركل X
 أوكانجان وجد انحراف معنوي والذي يظهر أنه يرجع إلى زيادة الرغبة الموجودة لدى
 ذكور السلالة بيركل للتزاوج عن ذكور السلالة أوكانجان. وفي الحقيقة فإنه يوجد
 ١٣٢ تلقيحا اشترك فيها ذكور السلالة أ (بيركل) بينما شارك ذكور السلالة ب (أو
 كانجان في ٩٠ تلقيحا فقط. في حين أن تلقيحات الإناث ١١٠ في السلالة أ و ١١٢
 للسلالة ب أو كما هو متوقع بنسبة ١ : ١ في كلا الحالتين. وعلى القاري أن يجري
 اختبار على توقع نسبة ١ : ١ وسوف نرى في الفصول القادمة أن الاختلافات في
 الميول الذكورية للتزاوج شيء عام. والطريق الثالث لربط هذه البيانات معا وتطبيق نسبة
 ١ : ١ عليها تجمع التلقيحات المتأثلة وعددها ١٠٠ (ب × ب و أ × أ) ومقارنتها
 بالتلقيحات غير المتأثلة وعددها ١١٢ (أ × ب و ب × أ) والتي تكون مادة لاختبار
 χ^2

وغالبا وليس ذلك محله الآن فإن عدد التلقيحات المتأثلة χ^2 وجمعها فسوف يحصل
 ١٠,١٤ أو قيمة في جدول ٢ - ٥. وهذا يظهر خاصية الأضافة في قيم χ^2 في
 البيانات المرتبة على نحو ملائم كما هو الحال في البيانات السابقة. وعلى العموم فإنه يمكن
 استنتاج أن اختبارات χ^2 مفيدة في حالة بيانات أي نسبة مشاهدة ومقارنتها بما هو متوقع
 لمعرفة صحة النظرية الفرضية.

اختبار χ^2 لاحتمال

يحدث أحيانا أن توضع البيانات في جداول 2×2 فعلى سبيل المثال في حالة أزواج التوائم الأثنوية المختبرة لعادة التدخين فيمكن تقسيمها تبعا لكونها توائم متطابقة والتي تكون نتيجة لنفس الزيجوت (توائم أحادية الزيجوت) أو أنها توائم مختلفة ناتجة من زيجوتين مختلفتين (توائم ثنائية الزيجوت) . فالبيانات المأخوذة عن فيشر Fisher (١٩٥٨) مبوبة حسب اتفاقها في عادة التدخين هي :

	منطقة	غير منطقة	
	(احدها يدخن والآخر لا يدخن) (كلاهما يدخن أو لا يدخن)		المجموع
توائم متطابقة			
(أحادية الزيجوت)	44	9	53
توائم مختلفة			
(ثنائية الزيجوت)	9	9	18
المجموع	53	18	71

فالسؤال الذي يحتاج الاجابة عليه هو ماذا كانت عادة التدخين أكثر تشابها في التوائم أحادية الزيجوت عنها في التوائم ثنائية الزيجوت حيث التوائم أحادية الزيجوت لها نفس التركيب الوراثي في حين أن التوائم ثنائية الزيجوت ذات تراكيب وراثية مختلفة . فإذا لم توجد علاقة فأننا نتوقع الاتفاق في عادة التدخين يكون متشابها في التوائم أحادية وثنائية الزيجوت .

وجبريا فان جدول 2×2 يمكن كتابته

	متشابهة	مختلفة	المجموع
أحادية الزيجوت	a	b	a + b
ثنائية الزيجوت	c	d	c + d
المجموع	a + c	b + d	a + b + c + d = N

حيث a, b, c, d المجاميع الملاحظة الماثلة للأرقام في الجدول السابق ونتوقع أن تكون $a:b=c:d$ إذا لم توجد علاقة فأننا نتوقع أن $ad=bc$ أو $ad-bc=0$ ويمكن أن نبرهن ان

$$\chi^2 = \frac{(ad - bc)^2 N}{(a + c)(b + d)(c + d)(a + b)} \quad \text{المعادلة}$$

أختبار لوجود تلازم . لاحظ أن $ad=bc$ أو $ad-bc=0$ و $\chi^2=0$ إذا كانت $\chi^2 > 0$, $ad \neq bc$. وكلما زاد الفرق بين ad و bc فإن ذلك يستتبع زيادة قيمة χ^2 وفي الوقت نفسه يدل على زيادة العلاقة .

وفي حالة الأعداد القليلة المتوقعة على وجه الخصوص كما هي حالة البيانات الموجودة أمامنا فإنه عادة ما يستخدم تصحيح بيتس للاستمرار حيث يعطي نتائج نظرية ملائمة لتوزيع χ^2 والمعادلة السابقة χ^2 باستخدام تصحيح بيتس للاستمرار تصبح

$$\chi^2 = \frac{(|ad - bc| - \frac{1}{2}N)^2 N}{(a + c)(b + d)(c + d)(a + b)}$$

وبالنسبة للبيانات فإن $\chi^2 = 6.09$ ($P < 0.05$) فتظهر وجود علاقة معنوية بين عادة التدخين ونوع التوائم . وعلى هذا فإن عادة التدخين تكون أكثر تشابها بين أشقاء التوائم أحادية الزيجوت عنها في أشقاء التوائم ثنائية الزيجوت . وعلى ذلك فيمكن أن يرجع البعض عادة التدخين إلى تحكم التركيب الوراثي .

والآن ويتوافر البيانات الخاصة بهذا النوع فإن البعض يمكن أن يرجع ذلك لوجود تشابه أكثر بين البيئة التي يوجد بها التوائم أحادية الزيجوت عن التوائم ثنائية الزيجوت . وعلى هذا فإن النتائج السابقة قد يكون مرجعها إلى البيئة والوسيلة الوحيدة لدراسة ذلك هي مقارنة التوائم أحادية الزيجوت التي انفصلت عن بعضها في التريبة عقب ميلادها مع أولئك الذين تمت تربيتهم معا . وبتقسيم التوائم أحادية الزيجوت المتحصل عليها (فيشر Fisher ١٩٥٨) تبعا لذلك يكون ويكون χ^2 لوجود علاقة = ٠.٠٠٤ أو بمعنى آخر أن الخلاف في التريبة ليس له أثر معنوي فيما يخص هذه البيانات المحدودة (عندما يتوقع وجود قيم تقل عن حوالى ٣ أو ٤ فإن اختبارات χ^2 تصبح غير دقيقة ولكن ربما نكون مازلنا في المدى المعقول في حالتنا) .

المجموع	غير متوافقة	متوافقة
متفصلة	4	23
غير متفصلة	5	21
المجموع	9	44

جدول ٢ - ٦ اختبارات χ^2 للتزاوج العشوائى

		العدد الملاحظ			العدد المتوقع			χ^2	P
		AA	Aa	aa	AA	Aa	aa		
مجموعة I		40	240	120	64	192	144	25.00	<<0.001
مجموعة II		85	150	165	64	192	144	19.14	<<0.001
مجموعة III		125	390	285	128	384	288	0.20	>0.50

انظر الفصل السابع للمزيد من التفصيل فى مناقشة وراثة التوائم للصفات المتصلة وغير المتصلة .

اختبار χ^2 للتزاوج العشوائى

لكى نختبر التزاوج العشوائى فلا بد من تحديد العشيرة بدقة وكذلك الصفة التى ستقاس فالعشيرة لابد أن تكون متجانسة ما أمكن فخلط عشائر مع بعضها والتى هى نفسها لم تظهر التزاوج العشوائى لصفة ما يمكن أن تؤدى إلى تزاوج عشوائى كاذب أو عشيرة عشوائية . والطريقة التى عادة ما تستخدم لاختبار التزاوج العشوائى تكون بقياس مدى موافقة الأشكال المظهرية مع إتران هاردى واينبرج . وهذا يحتاج إلى معرفة أساسية بقواعد اختبار χ^2 . فنحن نحسب التكرار الجينى من النتائج الملاحظة وعلى هذا ففى المثال النظرى الموضح فى جدول ٢ - ٦ كلا المجموعتين I و II لهما نفس التكرار الجينى A أو $P = 0.4$ و a أو $q = 0.6$ وعلى هذا فالنسب الوراثية المتوقعة تكون ($N = 400$ حجم العشيرة) :

$$AA = p^2N = 0.4^2 \times 400 = 64$$

$$Aa = 2pqN = 2 \times 0.4 \times 0.6 \times 400 = 192$$

$$aa = q^2N = 0.6^2 \times 400 = 144$$

من النتائج الملاحظة والنسب المتوقعة المتحصل عليها فإن قيمة χ^2 يمكن حسابها بالطريقة العادية حيث $(O - E)^2 / E$.

يوجد خلاف واحد بين هذه البيانات الموجودة مع ما سبق مناقشته من قبل : للحصول على النسب المتوقعة يوجد قياس يطلق عليه التكرار الجيني P يمكن تقديره من البيانات الملاحظة . وفي هذه الحالات ، فالقاعدة المأخوذة من الإحصاء هو أن عدد درجات الحرية تساوى عدد أقسام الأشكال المظهرية منقوصا منها القياسات المستقلة المقدرة من البيانات الملاحظة منقوصا منها واحد . وكما يتضح فإنه يوجد ثابت واحد غير مستقل يمكن تقديره من البيانات حيث $p + q = 1$ وعلى هذا فإن حالة χ^2 يمكن حسابها كاختبار للتزاوج العشوائي .

وكما يتضح من جدول ٢ - ٦ تشير النتائج من اختبار كلا المجموعتين على حده وكذلك المجموعتين مجتمعتين تبعا لاتزان هاردي واينبرج . فالمجموعة الأولى لم تتفق مع ما هو متوقع . وعلى ذلك وجد نقص في الأفراد الأصلية لتوقع التزاوج العشوائي والزيادة في عدد الأفراد الخليطة يلاحظ دائما في كلا من العشار المعملية والعشار الطبيعية والذي قد يكون نتيجة للانتخاب الطبيعي الذي يلائم الأفراد الخليطة على حساب الأفراد الأصلية .

وعلى المستوى السلوكي فإنه توجد إمكانية حدوث نسب من التزاوج أكثر مما هو متوقع على الطرز غير المتأثلة أو التزاوج المظهري السالب . وهي ظاهرة أقل أهمية من التزاوج المظهري الموجب . وكانت المجموعة الثانية أقل توافقا لقسمي الأفراد الأصلية حيث زادت أعدادهما . هذا يمكن أن يحدث نتيجة للتزاوج المظهري الموجب أو للتربية الداخلية . وإذا تجاهلنا الاختلافات بين المجموعتين وضممناهما لاختبار إتران هاردي واينبرج فيكون التوافق جيدا جدا . ولكن استنتاج أن العشيرة المشتركة تبدى سلوك العشيرة الاعتيادية يعد نتيجة زائفة تعود إلى عدم تماثل العشيرة .

والأثر العكسي يمكن الحصول عليه إذا كان التكرار الجيني للمجموعتين مختلفا لصفة معينة وجعما معا لاختبار التزاوج الاعتيابي فالعشيرة الناتجة ليس من الضروري أن تظهر التزاوج الاعتيابي . ولو أنه داخل كل مجموعة متأثلة قد يكون التزاوج عشوائيا . وهذه العشار المجموعة تعطى زيادة في الأفراد الأصلية أكثر مما هو متوقع . وأول من ذكر هذا الأثر هو واهلونند Wahlund (١٩٢٨) . قد ينتج مثل ذلك إذا ما اختلطت مجموعتين عرقيتين من الناحية الجغرافية ولكنها استمرتتا منعزلتين جزئيا لاختلاف أنماطهما التزاوجية . فبعض الصفات (مثل مجاميع الدم) ، رغم عدم أهمية أثرها في اختيار

التزاوج . قد تحافظ على اختلاف التكرارات الجينية في المجموعتين . توجد أنماط جزئية من العزل التزاوجي (مثل التزاوج المظهري للطول) والذي قد لا يكون له أثر مباشر يتعلق بالتغير الذي يحدث للتكرار الجيني لصفات أخرى (مثل مجاميع الدم - انظر فالك وارمان Falk and Ehrman ١٩٧٥) ، وعلى هذا فإن معيار تماثل العشيرة يمكن تحقيقه لهذه الصفات . توجد مناقشة كاملة على أهمية تماثل المجاميع في حالة وجود علاقة أو إذا تطلب ذلك استقلالها يمكن الرجوع إليها في كتابات (لي Li ١٩٧٦) .

ويجب التأكيد على أن معرفة تماثل العشيرة أمر ضروري قبل أن تكون اختبارات التزاوج الاعباطي ذات معنى ، وفي حالات كثيرة يمكن أن يعتقد في عدم وجود تماثل والحقيقة أنه لم يكتشف . وإذا أمكن توضيح تماثل العشيرة بصورة مرضية فإن اختبار التزاوج الاعباطي يمكن إجراؤه . ويفضل ذلك باختبار اقسام التلقيحات أكثر من البحث عن موازنة هاردي واينبرج . ومع أن الاستنتاجات المتحصلة عليها قد تؤيد التزاوج الاعباطي أو تعارضه فيجب أن نقيم ذلك بدقة ولا تعطى لها الثقة المطلقة . وفي النهاية لتكتمل الصورة فمن المهم حصر الأسباب التي نوقشت وتؤدي إلى انحرافات عن العشيرة الاعباطية ، والتي يمكن أن تحدث من وجهة نظر الإحصاء كما وصفت في هذا القسم :

• الانتخاب . وهذه الإمكانية يمكن أخذها في الاعتبار في مناقشة جدول ٢ - ٦ ، مجموعة I . والانتخاب يحدث عندما تعطى بعض التراكيب الوراثية نسلا أكبر في الجيل التالي وذلك لاختلاف الحيوية العامة أو صلاحيتها مقارنة بالتراكيب الوراثية الأخرى . ومعظم ذلك يرجع إلى القياسات السلوكية وخاصة المتعلقة بالتزاوج ، فلها أهمية خاصة في اختلافات الصلاحية كما سيناقش ذلك في الفصول القادمة .

• الطفرة . قد يتغير الجين من A إلى a بنسب قليلة . وعلى فترات زمنية طويلة ، تلعب الطفرات دورا هاما في الاختلافات التطورية . وحيث أن معدل الطفرات عادة ما يكون ضئيلا فعل مستوى عدد قليل من الأجيال فإنه من الطبيعي يمكن تجاهله .

• الهجرة . هذه الحالة تكون مرتبطة بصورة ، حيث أن جينات جديدة يمكن أن تدخل إلى العشائر ولكن أثرها على مستودع الجينات يكون أكثر أثرا عن الطفرة إذا كان هناك العديد من الأفراد المهاجرة .

• التربية الداخلية . كما ذكر سابقا فإن التربية الداخلية تؤدي إلى زيادة نسبة الأفراد الأصلية . وفي الإنسان فإن التربية الداخلية ذات أهمية في العشائر المعزولة حيث يمكن أن

تحدث نسبة عالية من الزيجات المحرمة (زيجات العصب) .

• التزاوج المظهري . نوقش وسوف يناقش فيما بعد .

• الإنحراف الوراثي العشوائى . وهذا الاصطلاح يستعمل لوصف احداث الصدفة التى يمكن أن تودى إلى تغير التكرارات الجينية جيلا بعد جيل . فعلى سبيل المثال إذا كان حجم العشيرة صغيرا نسبيا فيمكن أن يحدث بمحض الصدفة أن عينة من جاميطات العشيرة التى تعطى الجيل التالى لا تكون ممثلة ويترتب على ذلك تغير فى التكرار الجينى فى العشيرة الجديدة ، ومرجع ذلك إلى الصدفة ويجب أن يكون واضحا أن أهمية الإنحراف تقل كلما زاد حجم العشيرة .

٢ - ٥ فعل الجين

كما سبق أن اعتبرنا أن التراكيب الوراثية يمكن تقييمها مباشرة عن طريق أشكالها المظهرية فى عائلات وعشائر . وناقشنا بإيجاز بعض الأسس التى تلزم لفهم أنماطها فى التوارث من جيل إلى جيل وكما سوف يظهر فى اجزاء خاصة من هذا الكتاب ، نحتاج أيضا لمعرفة العلاقة بين الجين والشكل الظاهرى السلوكى الملاحظ .

معظم الخلايا فى الكائنات المعروفة ماعدا الجاميطات تحتوى على نفس الكمية والشكل من مادة تعرف كيميائيا بمحامض الديوكسى ريبونوكليك (DNA) والتى تتواجد فى الكروموسومات والتجارب فى الكائنات الدقيقة أوضحت بجلاء أن DNA يحتوى على المعلومات اللازمة ليعطى خلايا جديدة ماثلة للخلايا الأبوية . وهذا هو الموجود أيضا فى الكائنات الراقية . وكمية DNA فى الخلية ليست كبيرة فهى فى الخلية الجسمية أو فى البويضة المخصبة تبلغ حوالى 6×10^{-12} جم . وبالرغم من هذه الكمية الضئيلة فإن كمية المعلومات التى تحويها هائلة وكافية لبناء الفرد .

DNA يتكون من وحدات كيميائية تتكون من :

• قاعدة تنتمى إلى عائلة البيورينات أو البريميدينات وهى مركبات تحتوى على النتروجين . والقاعدتين الممكنتين من البيورين هما الأدين (A) والجوانين (G) والقاعدتين الممكنتين من البيرميدين هما السيتوزين (C) والثيمين (T) .

• بنتوز (سكر خماسى الكربون) - ديوكسى ريبوز .

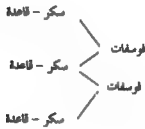
• مجموعة فوسفات .

وجزىء DNA يتكون من نيوكليتينات وكل واحدة منها تتكون من قاعلة وجزىء

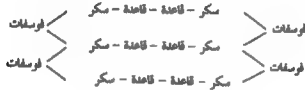
سكر ومجموعة فوسفات . وفي جميع أنواع DNA فإن مجموعة الفوسفات ومجموعة السكر تكون متشابهة ، ولكن القواعد فقط هي التي تختلف . وحيث أن القواعد T, C, A, G هي التي تختلف فقط فإن المعلومات التي تحكم الوراثة تكمن فيها درجة اختلافها .

وكمية هذه القواعد ثابتة في النوع المعين ولكنها تختلف ما بين الأنواع . مع أنه في كل الأنواع فإن $A = T$ وكذلك $G = C$ وذلك بسبب أن A تزدوج دائما مع T وبالمثل فإن G مع C .

والتركيب الكامل لـ DNA وضع بواسطة واطسون وكريك Watson and Crick ١٩٥٣ ويتضح فيه أن القواعد ترتبط مع السكر في العمود الفقري المكون من السكر - والفوسفات مكونة سلاسل من النيوكلييتيدات .

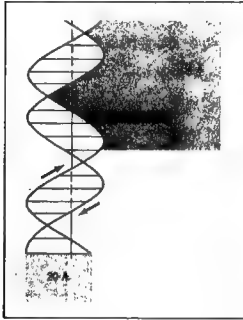


وجد واطسون وكريك Watson and Crick أن DNA يكون سلسلة مزدوجة من النيوكلييتيدات .



وترتبط السلسلتان معا بروابط هيدروجينية بين القواعد وتلتفان حول بعضهما مكونان حلزونا (شكل ٢ - ٨) . وتوجد مسافة ٣,٤ Å بين أزواج النيوكلييتيدات (Å = وحدة انجستروم أو ١٠ - ٧ م) . ويعمل الحلزون دورة كامل كل ١٠ أزواج أو ٣,٤ Å . وبسبب قواعد الازدواج (A دائما مع T و G دائما مع C) نجد أننا إذا عرفنا ترتيب القواعد على أحد السلسلتين تسنى لنا معرفة الترتيب على الأخرى .

وتبعاً لنظرية واطسون - كريك فإن الترتيب الطولى للنيوكليتيدات ثابت لنوع ما مع وجود بعض التغيرات التى تورث داخل النوع . والترتيب الدقيق للنيوكلتيدات هو الذى يؤدى إلى التغيرات فى البروتين ، الذى يتكون التركيب الأولى له من سلسلة من الأحماض الأمينية . والمكون الوراثة لأى شكل ظاهرى نلاحظه يعتمد على هذا الترتيب الطولى للنيوكليتيدات . وأكثر من هذا فإن التغيرات الملاحظة فى الشكل الظاهرى قد تعزى إلى تغيرات صغيرة فى ترتيب النيوكليتيدات (هذا إذا أمكن تحديد التأثيرات البيئية) . وعلى هذا يمكن أن نطلق على ترتيب النيوكليتيدات بأنه الشفرة الوراثية .



شكل ٢ - أ : الحيزون المزدوج من

DNA

يوجد عشرون حمضاً أمينياً أساسياً تحدها الشفرة الوراثية . حيث يوجد احتمال أربعة قواعد (A, T, G, C) لترتيب قاعدة أو قاعدتين غير كافية حيث تحدد ٤ أو ٢ = ١٦ ترتيباً فقط . أما الشفرة الثلاثية (ترتيب من ثلاث نيوكليتيدات) فتعطي ٣ = ٢٤ ترتيباً هاما . وتعرف النيوكلتيدات الثلاثية بالشفرة (Codon) وحيث أن الشفرة الثلاثية تعطي ٢٤ ترتيباً مختلفاً أو كلمات شفرية مختلفة والحاجة فقط إلى ٢٠ منها لبناء الأحماض الأمينية ، وفى الحقيقة فإن بعض الأحماض الأمينية يشفر لها بأكثر من شفرة (كما يرى فى شكل ٢ - ٩) وأسماء واختصارات الأحماض الأمينية الأساسية العشرين هى :

الآئين	Ala	ليوسين	Leu
أرجين	Arg	ليسين	Lys
اسبارجين	Asn	ميثيونين	Met
حمض اسباريك	Asp	فيل ألانين	Phe
سستين	Cys	ايرونين	Pro
حمض جوتاميك	Glu	سرون	Ser
جلوتامين	Gln	ميرونين	Thr
جلوسين	Gly	تريوفان	Try
هستيدين	His	توروزان	Tyr
ايسوليوسين	Ilu	فالين	Val

لاحظ تضمينها للفينيل ألانين ، الذى سبق أن رأينا أن زيادته بكميات سامة بصاحب مرض البول الفينيل كيتونى .

تنسخ من شفرة DNA رسالة طويلة من ثلاثيات أو شفرات لنوع من RNA حمض ريبيونو كليك (يطلق عليه RNA الرسول (mRNA) .

القاعدة التالية

	U	C	A	G	
U	UUU } Phe UUC UUA } Leu UUG	UCU } Ser UCC UCA UCG	UAU } Tyr UAC UAA Chain End UAG Chain End	UGU } Cys UGC UGA Chain End UGG Try	U C A G
C	CUU } Leu CUC CUA CUG	CCU } Pro CCC CCA CCG	CAU } His CAC CAA } Gln CAG	CGU } Arg CGC CGA CGG	U C A G
A	AUU } AUC } AUA } AUG Met	ACU } Thr ACC ACA ACG	AAU } Asn AAC AAA } Lys AAG	AGU } Ser AUC AGA } Arg AGG	U C A G
G	GUU } Val GUC GUA GUG	GCU } Ala GCC GCA GCG	GAU } Asp GAC GAA } Glu GAG	GGU } GGC } Gly GGA GGG	U C A G

شكل ٢ - ٩ : الشفرة الوراثية لـ RNA التوكليديات الثلاثية تعطي شفرات لمعشرين حمض أميني أساس وايضاً للفواصل المحددة لنهاية السلسلة .

RNA كيمالويا يتشابة جدا مع DNA فيما عدا (١) يوجد به سكر ريبوز بدلا من سكر ديوكس ريبوز (٢) يوجد به القاعدة يوراسيل (U) محل قاعدة الثيمين (٣) يتكون من خليط مفرد غالبا بدلا من الخليط المزدوج . وعند النسخ من DNA إلى mRNA يتم ذلك طبقا لقواعد الازدواج التالية :

قاعدة في DNA	قاعدة في RNA
A	U
T	A
C	G
G	C

توجد ثلاثة أنواع من RNA يعتمد عليها تمثيل البروتين : RNA الرسول و RNA الناقل و RNA الريبوسومي ، جميعها تحمل شفرات مماثلة لتلك الموجودة في DNA . فيحضر RNA الناقل الحمض الأميني إلى الريبوسومات الستوبلازمية ، ويقوم RNA الريبوسومي بترتيبها في سلاسل البروتين تبعاً للتعليمات الموجودة على RNA الرسول . وقبل أن تشارك الأحماض الأمينية الموجودة بالستوبلازم في سلسلة البروتين يحدث لها تنشيط باتصالها بمجموعة خاصة من حمض الفوسفوريك ، وبعد ذلك تتصل بـ RNA الناقل (tRNA) . وفي الحقيقة توجد أنواع عديدة من جزيئات RNA، بعدد الثلاثيات التي تحدد الأحماض الأمينية .

والترتيب الدقيق لكل من RNA الناقل RNA الرسول لتشارك في بناء سلاسل البروتين بطريقة منظمة تشارك فيه جسيمات في سيتوبلازم الخلية تسمى الريبوسومات . وهي تتكون من النوع الثالث من RNA وهو RNA الريبوسومي (rRNA) .

وعملية تكوين البروتين من الشفرة المحمولة بواسطة mRNA تعرف بالترجمة وعلى ذلك يمكننا أن نلخص ما يحدث بالصورة :



ومن الجدير بالملاحظة هنا أن ترتيب الأحماض الأمينية في البروتين يحكمه مباشرة الشفرة الوراثية المحمولة بجزيئات DNA . للمزيد من المعلومات الإضافية حول هذه العملية فيمكن الرجوع إلى العديد من المراجع ، ولكن تفصيل العملية ذاتها قد عرف باستخدام الكائنات الدقيقة التي تعد أهميتها بالنسبة لوراثة السلوك في مرحلتها الحالية

هامشية . ولكن بمضى الوقت فإننا سوف نتجه إلى التفسيرات الأيضية للعمليات السلوكية ، وعلى ذلك فإن فهم اساس فعل الجين سوف يحظى بالمزيد من الأهمية . ورغم ذلك فيجب أن يكون واضحا أن وحدة التوارث التي نوقشت في هذا الفصل تمتلك معنى محددا من الناحيتين التركيبية والوظيفية .

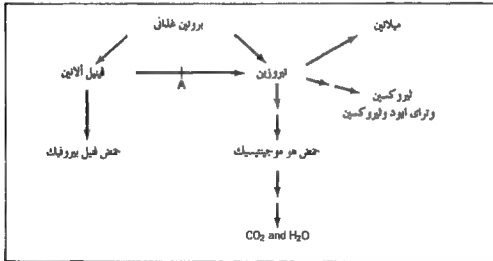
وبأخذ عملية بناء البروتين في الاعتبار ، نجد أن معظم البروتينات تنتج فقط عند الحاجة إليها . وبمعنى آخر توجد عدة وسائل معروفة للتنظيم . والحقيقة أن الجينات المنظمة وصفت في الكائنات الدقيقة على وجه الخصوص . وهذه الجينات المنظمة تتحكم فيما إذا كانت الجينات المحددة لأنواع البروتينات المختلفة (الجينات التركيبية) نشطة أم لا تبعا للخطة البنائية للكائن . والجينات المنظمة تكون محكومة بعوامل سيتوبلازمية . هذه الحقيقة تفتح مجالاً للتأثيرات البيئية . فعلى سبيل المثال إذا كان أحد الأحماض الأمينية لازماً للنمو وكان متواجداً في البيئة ، فإن الخلية يمكنها تقليل (عوامل مساعدة حيوية ، انظر قسم ١١ - ٤) الانزيمات اللازمة لتمثيله (التثبيط الانزيمى) . وبغير شك فإن عملية تنظيم تمثيل البروتين يجب أن تكون أساساً لعملية التميز ، وهى تطور أنواع الخلايا والأنسجة المختلفة . وتوجد مراحل مختلفة خلال عملية التكوين تكون خلالها أجزاء من DNA نشطة في الخلايا والأنسجة المختلفة . مثل هذا التنظيم التوقفي لفعل الجين لابد من دراسته بدقة حتى يمكن فهم السلوك . ويجب أن يكون واضحا أن الجينات تعمل بترتيب خلال عملية التكوين ، وعلى ذلك فإن جين ما يمكن أن يبدأ عملية ما قد تؤدي بدورها إلى سلسلة من العمليات الأخرى . والتفاعل الجيني الهرموني من المحتمل أن يكون مشاركا في عملية التميز الجنسي مثل البلوغ وتطور التعلم في الإنسان ، ومن الأمثلة الواضحة على التفاعل الجيني الهرموني في حيوانات التجارب ما ظهر من نظم توزيع الشعيرات في زوجية الأجنحة والحشرات الأخرى . وهذه النظم تعتمد على إنتاج هرمون الأكديسون وتأثيره على مواقع معينة .

والنتيجة الهامة الأخرى لفهم العمليات الوظيفية بالإحلال الجيني أنه يمكن تمحوير أنماطها بمعاملات معينة . وتوجد حالة في الفيران وهى الشاحب ، والتي ترجع إلى جين منفرد متنحى في المجموعة الارتباطية الخامسة . والفأر الذى يحمل الطفرة يتميز بهدم الترسيبات الجيرية في الأذن الداخلية . وهذه الترسيبات الجيرية تتحرك عادة تبعا لتغير الحيوان لموقعه .

وفي هذا المجال فإن الاستجابات العصبية يمكن إحداثها تبعا لاستجابة الكائن للجاذبية الأرضية (ارأوى وهيرلى وفرازر Epway, Hurley and Fraser ١٩٦٦) . وجين

الشحوب يحطم الترسبيات الجيرية في أذن واحدة أو في الأثنين . وعلى ذلك يحدث إختلال للتوازن السلوكي . وتحطيم الترسبيات الجيرية يمكن الوصول إليه عن طريق تقليل كمية المنجنيز في طعام الفيران العادية ، وبذلك يمكن الحصول على الشكل الظاهري للطفرة عن طريق البيئة - وهي ظاهرة تعرف بالنسخ المظهرية . على العكس من ذلك إذا غذيت الإناث الحوامل والتي تحمل جين الشحوب بإضافة المنجنيز لطعامها فإن النسل الذى يحمل الطفرة لا يظهر هذا النقص . وعلى ذلك فنحن أمام علاقة جين بالسلوك يمكن التحكم فيه بيئيا طالما أمكن فهم الحالة .

ومن الأمثلة الجيدة عن الاختلافات البيئية في الإنسان حالة الفينيل كيتون يوريا ، والتي تعرضنا لها أكثر من مرة . وللاختصار ، فإن الأفراد النقية للجينات المتنحية عموما يكون معامل ذكاؤهم أقل من ٣٠ (أحيانا أعلى من ذلك) . ويكون لون جلودهم وشعرهم أخف من العشرة الذين ينتمون لها . ومرض البول الفينيل كيتونى يرجع إلى نقص انزيم فنيل ألانين هيدروكسيلير وهو ضرورى في تمثيل الفينيل ألانين وهو حمض أميني ضرورى في مكونات الغذاء . وفي الحالة العادية فينيل ألانين تيروزين نواتج تمثيل غذائى مختلفة (شكل ٢ - ١٠) . وفي مرض البول الفينيل كيتونى فإنه يحدث قفل في هذه الخطوة ، فيجتمع الفينيل ألانين لمستوى ٤٠ إلى ٥٠ ضعف الموجود في الأشخاص الأصحاء وهذه الزيادة تؤدي إلى القصور العقلي . وبالمثل فيمكن أن يطعموا بغذاء يفتقر



شكل ٢ - ١٠ تمثيل الفينيل ألانين . طبيعيا يتحول الفينيل ألانين إلى تيروزين ومركبات أخرى مشقة من التيروزين . وفي مرض البول الفينولى عندما يحدث القفل عند A (في غياب انزيم فينيل ألانين هيدروكسيلير) فإن الحمر البديل خلال حمض البيروفيك يصير ذو أهمية . ومن المتوقع إختلاف الصيغة في مرض البول الفينولى حيث أن تكوين الميلانين يعتمد جزئيا على التيروزين (عن هاريس Harris ١٩٥٩) .

إلى الفينيل ألانين ، ولكن المشكلة هو عدم معرفة بروتين ينقصه الفينيل ألانين . ولو أنه يمكن الحصول على هذا الطعام بتحليل البروتين وتكسيه لمكوناته ثم إعادة بنائه بعد التخلص من الفينيل ألانين والذي مازال يحتوى الأحماض الأمينية الأخرى . ولابد من تقديم هذا الغذاء في بداية العمر حتى يمكن تأخير تدهوره IQ . ومن المحتمل أن تكون أقل تأثيرا لو تأخر بعد الطفولة . والعلاج يجب أن يكون هنالك توازن دقيق بين سوء التغذية (عدم كفاية الحمض الأميني الأساسي فينيل ألانين) والتسمم .

وحتى فترة قريبة فإن التعرف على البول الفينيل كيتوني كان يتم بواسطة اختبار يعتمد في نجاحه على إفراز مركب غير طبيعي من الفينيل ألانين وهو حمض الفينيل بيروفيك في بول مرض البول الفينولي (شكل ٢ - ١٠) . على أنه قد يتأخر إفراز حمض الفينيل بيروفيك لأكثر من ٥ إلى ٦ أسابيع بعد الميلاد . والاختبار يتطلب عادة إضافة $FeCl_3$ للبول الحمض بواسطة $1N HCl$ ، فإذا وجد حمض الفينيل بيروفيك فإن لون البول يتحول إلى اللون الأخضر . وتوجد طريقة حديثة أكثر كفاءة وهي اختبار جوذرى وهو يعتمد على إمكانية بعض السلالات البكتيرية لتنمو فقط في بيئات محتوية على الفينيل ألانين . وللقيام بهذا الاختبار ، يضاف الدم إلى المزرعة البكتيرية التى ينقصها الفينيل ألانين . فإذا نمت المزرعة فإن ذلك يعد دليلا على ارتفاع مستوى الفينيل ألانين في الدم وربما كدليل على مرض البول الفينيل كيتوني . وقد جعلت معظم الولايات اختبار جوذرى إجباريا لكل الأطفال المولودين عموما فهو يجرى في بعض الأقطار الأخرى .

والأفراد خليطى التركيب لجين البول الفينيل كيتوني يمكن التعرف عليهم بواسطة اختبار تحمل الفينيل ألانين . وهو يتخلص في إطعام الأفراد الصائمين بالفينيل ألانين ثم اختبار مستويات الفينيل ألانين في السرم على فترات بعد عملية الصوم . معظم الأشخاص خليطى التركيب الوراثي لجين البول الفينيل كيتوني ($P+$) يمثلون الفينيل ألانين ببطء عن الأفراد الطبيعيين ($++$) . وعلى ذلك يمكن تمييز الأشخاص $P+$ من $++$ غالبا ، وهذا يظهر على المستوى الكيمائى الحيوى أن الجين p ليس متحتيا تماما . واكتشاف التراكيب الوراثية الخليطة ذو أهمية في تقديم الاستشارة الوراثية (وهى نصيحة تعطى للناس حول مخاطر إنجاب أبناء غير طبيعيين) وفي بعض المشاكل التى تعطى فيها النصيحة الوراثية . وعلى ذلك فإذا كان هناك فردين من المعروف تركيبهم $p+$ فإن فرصة وجود pp في نسلهم تبلغ حوالى ٢٥ في المائة .

ولكن ما هو حال مرضى البول الفينولي خليطى التركيب الوراثي الذين ولدوا للأمهات أصيلة التركيب مصححة التمثيل الغذائي فالأمهات غالبا أفراد غير مؤهلين علميا

عولجوا خصيصا بأغذية ينقصها الفينيل ألانين بعد اكتشاف الحالة بإجراء الاختبارات عقب الولادة كما سبق ذكر ذلك . وفي العادة أن تنمو مثل هذه الأجنة خليطة التركيب طبيعيا ، ولكن كميات الأنزيم الأساسي فينيل ألانين هيدروكسليز تكون قليلة لديهم ولا يمكنهم أن يتلاءموا مع الزيادة في مستويات الفينيل ألانين التي تعرضوا لها من خلال أمهاتهم المرضى من الناحية الوراثية (سوتون Sutton ١٩٧٥) . ونتيجة لذلك فهم غالبا ما يولدون أكثر نقصا من الأفراد أصبى التركيب الوراثي الذين لم يعالجوا بناتا . (الأثر PKU في الأم قد يتسبب في حدوث الإجهاد في وربما يؤدي إلى بعض التشوهات الخلقية غير المرغوبة) . وعلى ذلك فالملاحظ هنا تداخل الجيل الهجينى والتركيب الوراثي والبيئة .

وفي النهاية كشيء مثير في هذه القصة المعقدة ، فإنه من الممكن أن يحدث تشخيص خاطئ ليس فقط عن طريق الأمهات المعالجة . فلو كان هناك طفل طبيعي خليط أو أصبى التركيب الوراثي وترك للتغذية بالغذاء الخاص بمرضى البول الفينولي فكنتييجة لهذا التشخيص الخاطئ سيحدث نقص عقلى نتيجة نقص الفينيل ألانين (للمحاولات في تحسين التشخيص انظر بول Paul وآخرون ١٩٧٨) .

والخلاصة أن فهم ميكانيكيات فعل الجين لتعضيد شكل ظاهرى سلوكى تكون ممكنة في أمثلة قليلة ، وإن كانت بشكل غير تام . ولإيجاد التلازمات الجزيئية للنماذج السلوكية فإن هناك إمكانية مثيرة بدأ التعرف عليها في الكائنات وحيدة الخلية مثل البكتريا والبروتوزوا (الإنجذاب أو التنافر في استجابتها لكميات معينة) . ولكن ذلك في الإنسان سوف يحتاج إلى مزيد من البحث المكثف والجهود المضنية . وتجدر الملاحظة أنه أمكن في بعض الحالات القليلة في الكائنات الراقية تقدير بعض التغيرات التي تحدث في الشفرة الوراثية مرتبطة بوجود أليلات مختلفة في موقع ما . وبدون شك فإن المستقبل سوف يوضح أمثلة أكثر عن أشكالنا المظهرية السلوكية وستصبح مفهومة بشكل أفضل .

الملخص

إن الشكل المظهرى للكائن طبقا لما هو متعارف عليه هو ملامحه الخارجية . والتعريف يمكن أن يمتد ليشمل مجموع المكونات الوظيفية والتشريحية والسلوكية لهذا الفرد . والتركيب الوراثي والبيئة يحكما السلوك كما في الصفات الأخرى . وقد أوضحت تجارب التربية في حيوانات التجارب مثل الدروسوفلا والفيران ذلك بجملاء .

وينطبق ذلك حيث يكون نوعى التباين الوراثى (المظهرى والوراثى) تحت تحكم جينات معينة يمكن توقعها على الكروموسومات ، أو كنتيجة للصفات الكمية التى لا تبدى إنعزالا منفصلا .

وأساسيات الوراثة التى عرضت هنا على مستوى العائلة يمكن أن تمتد لتشمل العشيرة . هذا من السهل أيضا إذا كان التزاوج يتم اعتباطيا ، على أنه بالنسبة لعلماء الوراثة المهتمين بالسلوك يجب أن ينتبهوا إلى أن التزاوج لا يتم اعتباطيا إلا نادرا . حيث يتم التزاوج المظهرى ، وهو أن تزاوج الأفراد يتم على أساس أشكال مظهرية متائلة ، وهى عادة فى الإنسان تكون لعدة صفات مثل الطول والوزن ومعامل الذكاء IQ .

شئ آخر لابد من أخذه فى الاعتبار فى هذا الفصل وهو الاتجاه الحديث للتفسيرات الأيضية للسلوك . ففهم الأسس الكيميائية الحيوية لفعل الجين سوف يؤدى لفهم الأشكال المظهرية السلوكية ، وسوف يتقدم بمرور الوقت . ومن مثل هذه المعرفة فإنه فى الإمكان فى بعض الحالات تعديل الشواذ السلوكية بتخفيف قسوتها .

مراجع عامة

١ - أساسيات الوراثة

- Crow, J. F. 1976. *Genetics Notes*, 7th ed. Minneapolis: Burgess. A concise elementary text useful for beginners. A glossary of definitions is provided. Chapters 1 to 3 would be useful for those finding the introduction in the first section of this chapter too rapid.
- Goodenough, U., and R. P. Levine. 1974. *Genetics*. New York: Holt. A good general text with a stronger molecular emphasis than either Crow or Strickberger.
- Strickberger, M. W. 1976. *Genetics*, 2d ed. New York: Macmillan. An advanced but excellent general text for all sections of Chapter 2.

٢ - وراثة الإنسان

- Bodmer, W. F., and L. L. Cavalli-Sforza. 1976. *Genetics, Evolution and Man*. San Francisco: Freeman. An excellent, very readable book, which considers human behavior genetics in some depth. A useful glossary is provided.
- Stern, C. 1973. *Principles of Human Genetics*, 3d ed. San Francisco: Freeman. A comprehensive text in human genetics assuming no prior knowledge of genetics and including a consideration of behavior genetics.

٣ - وراثة العشائر

- Li, C. C. 1976. *First Course in Population Genetics*. Pacific Grove, Calif.: Boxwood Press. An expanded version of a classic text in this field.
- Spies, E. B. 1977. *Genes in Populations*. New York: Wiley. A comprehensive and well-presented quantitative account, assuming a basic knowledge of genetics.

الجينات المنفردة والسلوك

كما رأينا في الفصل السابق فإن الصفات الخاضعة لتحكم جين واحد هي أفضل الصفات المدروسة لسهولة تتبعها . وهذا ينطبق على جميع الصفات ، سواء كانت ظاهرية أو وظيفية أو سلوكية . ورغم الندرة والآثار الضارة التي يتميز بها كثرة من هذه الجينات مما يقلل أهميتها بالنسبة للعشيرة ، إلا أن سهولة تتبع آثارها ، تجعل الأشكال المظهرية الناجمة عنها مصدرا للمعلومات الخاصة بالتباين السلوكي في النوع المدروس . فأولا ، هنالك من الجينات ما يحدث تغيرا مرئيا في المظهر مصحوبا في نفس الوقت بتغير آخر في السلوك . فمثلا يتميز مرضى البول الفينيل كيتوني (انظر : الفصل ٢) ، بجانب انخفاض معامل الذكاء الخاص بهم ، بخفة صبغة الشعر بالمقارنة بباقي العشيرة التي ظهوروا فيها . وبمعنى آخر فإن الجين له أكثر من أثر ملحوظ . واحد ، وهذه الظاهرة تسمى بتعدد الآثار . وكما سنرى في هذا الفصل وفي غيره ، فإن تعدد الآثار بالنسبة للصفات الظاهرية أو الوظيفية أو السلوكية تعد أمرا شائعا رغم أن كل هذه الآثار يمكن أن تعزى إلى تنابع معين واحد من تتابعات النيوكلووتيدات في جزيء DNA . وأخيرا ، يمكن أن نسأل عما إذا كان الجين المنفرد ، الذي لا نعرف له آثارا مظهرية معينة ، يستطيع أن ينتج بشكل أساسي أو حتى بشكل خاص تغيرات سلوكية . في ظاهر الأمر ، غالبا ما يبدو الوضع كذلك . وفي الحقيقة ، فإن البحوث المتصلة كثيرا ما كشفت عما يمكن توقعه من وجود تغيرات وظيفية أو كيميائية مصاحبة .

هذا الفصل يناقش بعض الصفات المعروفة بتأثير الجينات المنفردة بالنسبة لها ، والتي تبدى تعدد الآثار في بعض الحالات ولا تبدي في البعض الآخر (رغم أن الدراسات الأكثر تفصيلاً قد تكشف عن مثل هذه الآثار في كل الحالات) .

ورغم أنه لم يلاحظ حتى الآن وجود فروق جسدية أو وظيفية بين النحل المتميز بالصفات الصحية كلياً أو جزئياً وبين الذى يفتقر إلى هذه الصفات ، فقد تؤدي الدراسات المفصلة إلى الكشف عن بعض هذه الفروق . ومن الناحية الوراثية ، يعد هذا المثال هاما ، لأن نمطية السلوك الصحي إلى مكونين مميزين يؤدي إلى فهم أساسه الوراثة . فمن المؤكد أن كلتا العمليتين تؤديان إلى بقاء واستمرارية الوحدة التكاثرية التى تبنيها هذه الحشرات الاجتماعية - الخلية وساكنها ، وعلى ذلك فلدينا في هذه الحالة مثالا واضحا لسلوك محكوم بموقعين وراثيين منفردين لهما آثار ملحوظة على كفاءة الكائن .

٣ - ١ تنظيف العش بواسطة نحل العسل

أجرى روثنبهler (Rothenbuhler ١٩٦٤) تحليلا رائعا لتنظيف العش من يرقات النحل التى قتلها الإصابة بمرض تعفن الفقس الأمريكى (مسبب المرض بكتريا باسيلس لارفي Bacillus larvae) فالحفاظة على البيئة الصحية فى الخلية تستدعى فتح أقراص العسل المحتوية على الصغار المصابة وإخراجها فوراً . إذا لم يتم ذلك ، تظل اليرقات الميتة وما يصاحبها من جراثيم كمصدر مستمر للتلوث داخل الخلية . والمسئول عن السلوك الصحي أو غير الصحي جينات يشغلان موقعين مستقلين عن بعضهما أحدهما مختص بتعرية تجاويف القرص والآخر بإزالة محتوياته . وفى هذه الحالة u يمثل الجين المتنحي الخاص بتعرية التجاويف r الجين الآخر المتنحي الخاص بإزالة المحتويات ، وبالتالي فالتركيب الوراثي للنحل فى السلالة ذات السلوك الصحي يكون uurr .

٣ - ٢ نجاح التزاوج فى الدروسوفلا

طفرتا الأحمر الزاهى Cinabar والقرمزي Vermillion من طفرات لون العين فى الدروسوفلا ميلانوجاستر كما يتضح من اسمهما (الجين المسئول عن الأولى متنحي وموجود على الكروموسومات الجسمية والثانى متنحي أيضا ومرتبطة بالجنس) . وجود أى من هاتين الطفرتين فى الحشرات يؤدي إلى ظهور اللون الأحمر الباقى فى عيونها ، وذلك بالمقارنة بالعيون الحمراء المعتمة فى الطراز البرى ، قارن بوسيجر Bosiger (١٩٥٧) ،

(١٩٦٧) سرعة تزاوج طفرات الدروسفلا ميلانو جاستر ذات العيون الحمراء الزاهية والقرمزية . وبعد ١٢ يوما حصل على النسب المثوية للإناث التي ثبت إخصابها كنتيجة لإلتقاء كل منها مع ذكر واحد .

	♀ قرمزي ♂ قرمزي	♀ قرمزي ♂ قرمزي	♀ قرمزي ♂ قرمزي	♀ قرمزي ♂ قرمزي
الأزواج المثوية	325	200	302	200
النسبة المثوية للإخصاب	73.8	54.0	80.1	61.0

وفي تجربة أخرى ، تركت مجموعات من الإناث والذكور ، وسجلت النسب المثوية للإناث التي تم تزاوجها بعد إنقضاء فترات زمنية مختلفة وكانت النتائج كالآتي :

	♀ قرمزي ♂ قرمزي	♀ قرمزي ♂ قرمزي	♀ قرمزي ♂ قرمزي	♀ قرمزي ♂ قرمزي
الزمن بالثاني	13.0	0	48.3	12.9
0-5	38.1	21.1	65.5	32.3
5-10	43.5	38.8	79.3	35.5
10-15	52.2	42.1	82.8	38.5
15-20	56.5	47.4	86.2	38.7
20-25	56.5	47.4	89.7	38.7
25-30				

في كلتا التجربتين ، عندما تميزت الذكور بوجود جين اللون القرمزي كان معدل النجاح أقل مما في حالة وجود جين اللون الأحمر الزاهي ويمكننا القول على ذلك أن الذكور ذوى الطفرة القرمزية أقل تفضيلا عند مقارنة قدرتهم التكاثرية بالذكور الأخرى . ويطلق على مثل هذه الحالات من التباين في معدلات النجاح التكاثرى مصطلح الانتخاب الجنسي Sexual selection لاحقة (انظر جدول ٢ - ٥ كمثال للانتخاب الجنسي في العشائر الطبيعية) .

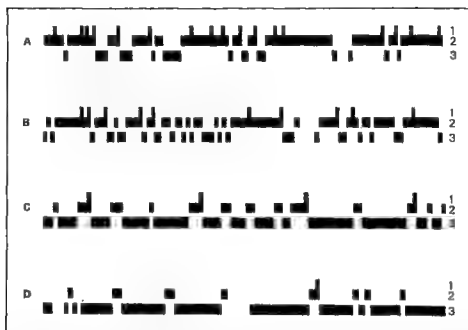
قامت باستوك Bastock (١٩٥٦) بدراسة تأثير طفرة الجسم الأصفر - وهى طفرة متحنية مرتبطة بالجنس - على نجاح التزاوج في الدروسفلا ميلانوجاستر ، وذلك بمقارنتها بالطراز البرى . سبعة أجيال ، بحيث صارت مجموعة الطراز البرى متشابهة وراثيا مع مجموعة الجسم الأصفر فيما عدا المنطقة الموجود بها الموقع الخاص بحين هذا اللون . الذكور الطافرة ذات الجسم الأصفر أقل نجاحا من الذكور العادية في إتمام التزاوج مع الإناث العادية رمادية الجسم .

هذا وقد وجدت باستوك أن طراز الغزل في الذكور قد تغير بحدوث الطفرة من لون الجسم البري إلى اللون الأصفر . الشكل ٣ - ١ يوضح ذلك بشكل تخطيطي عن طريق تقسيم سلوك الغزل إلى ثلاث مكونات . منذ اللحظة الأولى تبدأ عملية التوجيه ، وذلك بأن يتبع الذكر أثناء فيلور حولها أو يقف في مواجهتها . يأتي بعد ذلك دور الاهتزاز عن طريق تحريك الأجنته . ويتبع ذلك اللق الذي يتم بتلامس خرطوم الذكر مع الأعضاء الجنسية للأنثى . كل هذا عبارة عن مقدمات لمحاولات الامتطاء . لاحظ أن الصفوف A, B, تحتوي أطول فترات اللق ، وكذلك الاهتزاز بصفة خاصة ، وهما من سميزات ذكور الطراز البري لهذا النوع . والصفوف C, D, توضح قصر فترات كل المكونات ماعدا التوجيه ، وهذا هو الحال بالنسبة للذكور ذات الجسم الأصفر للدروسوفيلا ميلانوجاستر .

توضح نتائج باستوك (١٩٥٦) نقطة أخرى : حتى في الحشرات صفراء المظهر ، قد تكون الخلفية الوراثية مناسبة . جدول ٣ - ١ يوضح مقارنة بين مجموعة الطراز البري العادي والأخرى التي هجنت مع الطراز الأصفر لسبعة أجيال . في المجموعة البرية الأخيرة لوحظ أن نسبة نجاح التزاوج بين الحشرات الصفراء وبعضها أقل بكثير مما في حالة الأفراد البرية مع بعضها وعند التزاوج بين الأصفر والبري فإن نسبة نجاح الذكر الأصفر X الأنثى البرية أقل من تلك الخاصة بتهجين ذكر بري X أنثى صفراء وعلى ذلك ففي الهجن التي تتضمن ذكورا صفراء نجد أن نسبة نجاح التزاوج أقل كثيرا من الهجن المتضمنة ذكورا برية ، أي أن التراكيب الوراثية للإناث كانت ذات تأثير تبايني بسيط . وعلى أي حال ، فقبل تهجين المجموعة البرية مع الصفراء لسبعة أجيال كان هنالك تباينا كبيرا بين الإناث وكذلك بين الذكور . وعلى هذا ، فدرجة القابلية الجنسية الأولية العالية للإناث تعتمد جزئيا على الخلفية الوراثية .

ومن المرجح أنه لحدوث معدل معقول من التزاوج بين الحشرات الصفراء يجب أن يكون هناك إنتخاب الإناث الصفراء عالية القابلية في مقابل الحافز المنخفض الذي تقدمه لها الذكور الصفراء ، أي أن من المحتمل وجود توازن مستوى القابلية عند الإناث والميل الطبيعي للتزاوج عند الذكور .

وهناك العديد من التجارب وضعت فيها الذكور ذات تركيب وراثي واحد أو أكثر مع إناث ذات واحد أو أكثر من التراكيب الوراثية . أيضا من المسلم أن التباين بين التراكيب الوراثية في تجارب الاختيار كان بسبب الاختلافات في سلوك الغزل . قام سترتفانت Sturtevant (١٩١٥) بتجارب مبنية على الملاحظة المباشرة ، حيث قدم في



شكل ٣ - ١ التقسيم الثلاثي لمزاج الغزل - كل من الصفوف الأربعة A, B, C للطرز البري D, (الأصفر) يمثل سلوك ذكر من النوع ميلانو جاستر والإبتداء من اليسار إلى اليمين (١ اللق ٢) الاهتزاز (٣) العرجية (عن باسوك Bastock ١٩٦٧) .

بعضها طرازين من الإناث للذكور (في تجارب الاختيار الذكري male — choice) وقدم في البعض الآخر طرازين من الذكور للإناث (في تجارب الاختيار الأنثوي female — choice)

جدول ٣ - ١ النسب المئوية لنجاح التزاوج بعد ساعة من الالتقاء بين الحشرات صفراء الجسم والبرية في الدروسوفلا ميلانوجاستر

حالات التزاوج	قبل التمييز بين المجموعة البرية وذات الجسم الأصفر لسمة أجيال	بعد التمييز بين المجموعة البرية وذات الجسم الأصفر لسمة أجيال
Wild male × wild female	62	75
Yellow male × wild female	34	47
Wild male × yellow female	87	81
Yellow male × yellow female	78	59

المصدر : باسوك Bastock ١٩٥٦ .

جدول ٣ - ٢ نتائج تجارب الاختيار الذكري والاختيار الأنثوي بين حشرات الدروسوفلا ميلانو جامستر
بيضاء العين والوربة .

الاختيار الذكري	عدد الإناث المتزاوجة	
	• الوربة	بيضاء العين
ذكر برى	54	82
ذكر أبيض العين	40	93

الاختيار الأنثوي	عدد الذكور المتزاوجة	
	الوربة	بيضاء العين
أنثى برية	53	14
أنثى ببيضاء العين	82	19

المصدر : سجلات Sturtevant ١٩١٥

في جدول ٣ - ٢ عرض بعض البيانات الخاصة بالسلالة ببيضاء العين (مرتبطة بالجنس) والسلالة البرية . ومن الواضح أن الذكور من الطراز البري لها ميزة في الانتخاب الجنسي على الذكور ببيضاء العين مما يدل على عدم اعتباطية التزاوج . ولتقويم بيانات بهذه الطبيعة فإن مؤشرات معينة تقترح في المراجع . وتعطى هذه المؤشرات تقديرا لقوة الانتخاب الجنسي وكذلك العزل الجنسي sexual isolation الذى بأى بمقارنة الجزء من التزاوج المتماثل homogamic (المتشابه مع المتشابه) والتزاوج الغير متماثل heterogamic (الغير متشابه) . وفي ظل التزاوج الاعتباطى فإنه يتوقع أن يكون الجزء المتماثل وغير المتماثل من التزاوج الاعتباطى من التزاوج متساويا .

بالنسبة لحالة الاختيار الذكري ، بفرض وجود n_1 إناث من طراز « ١ » ، n_2 من طراز « ٢ » معا مع ذكور من طراز « ١ » دع أيضا $X_{1,2}$ ، $X_{1,1}$ تكون أرقاما للإناث الملقحة من طراز ١ ، ٢ على التوالي ودع $P_{1,2} = (X_{1,2}) / n_2$ ، $P_{1,1} = (X_{1,1}) / n_1$ تمثل اجزاء من كل طراز من الإناث . ودليل العزل الذى افترضه ستاكر Stalker (١٩٤٢) هو :

$$b_{1,2} = \frac{P_{1,1} - P_{1,2}}{P_{1,1} + P_{1,2}}$$

والذى يمتد من + ١ إلى - ١٠٠ متويا للتزاوج المتشابه إلى - ١ حتى ١٠٠ في التزاوج المختلف ويكون صفرا إذا كان التزاوج اعتباطيا . ويمكن استعمال اختبار مربع كاي χ^2 على البيانات الأولية لمعرفة إذا ما كانت الانحرافات عن $b_{1,2} = 0$ معنوية . وإذا كان الذكر من طراز ٢ يكون دليل عكسها :

$$b_{2,2} = \frac{p_{2,2} - p_{2,1}}{p_{2,2} + p_{2,1}}$$

وقد افترضت مؤشرات عزل ملحقة على أساس أزواج من إناث التجارب مع ذكور من طراز ١، ٢ - فإذا وجدت أعداد متساوية من الإناث أو أزواج من كل من الطرازين فإن دليل العزل الملحق joint isolation index يكون :

$$\frac{x_{1,1} + x_{2,2} - x_{1,2} - x_{2,1}}{N}$$

حيث $N = x_{1,1} + x_{2,2} + x_{1,2} + x_{2,1}$ تمثل المجموع الكلي لحالات التزاوج (مالاجولوفكن - كوهين ، وليفين Malagolowkin, cohen and Levene ١٩٦٥) . فإذا لم يوجد أعداد متساوية من الإناث أو الأزواج فإن المتوسط الحسابي للمؤشرين $b_{1,2}$ يستعمل

$$\frac{b_{1,2} + b_{2,1}}{2}$$

من بيانات الاختيار الأنثوى يمكن حساب المؤشرات المماثلة . بيانات ستورتفا أعطت دليل عزل أثلاثي قدره ٠,٩٧ ، في تجربة الاختيار الذكري ، ٠,٢٦ ، في تجربة الاختيار الأنثوى . ولذلك يوجد أدلة قليلة للعزل الجنسي حيث أن كلتا القيمتين قريبة من الصفر .

وقد قدم باتمان Bateman (١٩٤٩) مؤشرا لقياس الميل النسبي للتزاوج في الإناث .

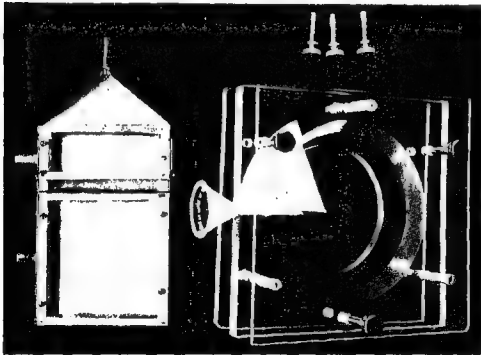
$$a_{1,2} = \frac{b_{1,2} - b_{2,1}}{2}$$

وهذه القيمة تكون إذا كان هناك زيادة في الإناث من طراز « ١ » وسالبة إذا كان هناك زيادة في الإناث من طراز « ٢ » في تجربة اختيار الذكور التي يكون فيها الذكور من طراز « ١ » . ويمكن الحصول على مؤشر مشابه في تجربة (الاختيار الأنثوى) . وعلى ذلك ، فهذه المؤشرات تقيس الانتخاب الجنسي . وتدل بيانات ستورتفانت أن الميل النسبي للتزاوج لإناث من الطراز البري بالمقارنة بإناث بيضاء العين هي - ٠,٣٠٣ في تجارب الاختيار الذكري ، والميل للتزاوج لذكور برة الطراز بالمقارنة بذكور بيضاء العين في تجارب الاختيار الأنثوى تكون ٠,٥٥٨ . ولذلك يوجد دليل واضح على عدم اعتباطية التزاوج نتيجة اختلافات قوة السلوك الجنسي أى أنه يوجد انتخاب جنسى .

في السنين الأخيرة أصبحت تجارب الاختيار المتعدد هي الشائعة حيث توضع ذكور وإناث من طراز ١ ، ٢ معا في حجرة الملاحظة . وهناك عدد من التصميمات المتاحة : إحدى الغرف الشائعة الاستعمال صممت بواسطة النزوواتوكس Elens and Wattiaux (١٩٦٤) كما هو موضح بالشكل ٣ - ٢ .

والمشاهدة المباشرة ممكنة ، حيث يمكن إدخال عدد كبير نوعا من الحشرات يبلغ ٦٠ أو يزيد من الأزواج البكارى ولكن هذا يعتمد على الأنواع . وعموما فإن الأزواج المقترنة لا تتحرك ويمكن أن يوقع مكانهما على اللوحة القماشية للغرفة . وطريقة النزوواتوكس Elens and Wattiaux تسمح بالملاحظة ليس فقط لطراز الذكور والإناث في التزاوج ، ولكن أيضا بالنسبة للوقت الذى يستغرقه هذا التجاوز ومتابعته بالنسبة لحالات التزاوج الأخرى ومدة الاقتران .

وزيادة على ذلك ، فمن هذا التصميم أن كل المؤشرات المختلفة الموصوفة سابقا يمكن أن تحصى . ويجب أن نذكر هنا أن الموقف البيولوجى في تجربة الاختيار المتعدد مختلفة عن تلك الخاصة بتجربة الاختيار الذكرى والاختيار الأنثوى . جدول ٢ ٥ يعطى



شكل ٣ ٢ غاخذ من غرفة الينز - واتوكس Elens - Wattiaux المستخدمة في الإحصاء المباشر لحالات الغزل والاقتران في الدروسوفلا .

بيانات عن عشائر من الدروسوفلا سيدنواوبسكيورا المعزولة جغرافية باستعمال هذه الطريقة مع أخذنا في الاعتبار الاستعمال الروتيني لاختبار χ^2 لاختبار كل من الانتخاب الجنسي والعزل الجنسي .

وقد وجد أن عدد آخر من الجينات يؤثر على نجاح التزاوج في حشرة الدروسوفلا ميلانوجاستر - وهذا يرجع أساسا إلى اختلافات في الانتخاب الجنسي ، ولذا ففي الذكور الأصلية للجين المتحى الجسمى scabrous(sca) الذى يؤدي إلى ملمس العين الخشن يلاحظ انخفاض في القوة الجنسية ، وفي الإناث ، يؤدي إلى تشجيع القابلية بالمقارنة بحشرات الطراز البرى (مك كنزى McKenzie بارسونز Parsons ١٩٧١) وبعبارة أخرى فإن هناك بداية تحول جدى في التزاوج في كلا الجنسين . وهذا يستبعد عند استعمال طفرة من حشرات خشنة اللمس scabrous تتزاوج معا . حيث أن معدل التزاوج بين إناث وذكور ذات عيون خشنة اللمس مشابه للتزاوج بين حشرات من الطراز البرى . والمثل الذى يساير هذا الاتزان هو ما وصف بالفعل بالنسبة للحشرات صفراء الجسم . والقوة المنخفضة للذكور من طفرة العين الخشنة zscabrous مع إناث من الطراز البرى يرجع في الحقيقة إلى أن الذكور عمياء (كروسلى Crossley ، نتائج غير منشورة) .

لون العين وثيق الصلة بنجاح التزاوج في بعض الحالات . وعادة ما تمتلك حشرات دروسوفلا ميلانوجاستر الأصلية للجينات القرمزى / البنى bw / v عيون باهتة كرىزية اللون ومتعلق بها تخفيف ملاحظ في حدة البصر . والطفور في الموقع القرمزى يؤدي إلى إعاقة في تخليق الصبغات البنية مما يجعل الحشرات ذات عيون حمراء لامعة . بينما عند إضافة المادة الكيميائية كينورينين إلى الغذاء فإن إعاقة الصبغة القرمزية يتم تخطيها وتكون الصبغة البنية في العين .

جدول ٣ - ٣ نتائج التفاضل بين ذكور bw/v معاملة بكينورينين وذكور bw وكذلك ذكور bw/v معاملة بكينورينين وذكور bw/v

عدد الذكور التزاوجية	وصف الذكور	العدد الكلي للتزاوج التالي	1 : ٢ كاي ٣ النسبة
52	bw	128	3.5
74	معاملة بالكينورينين v/bw	83	
15	v/bw		30.12
68	معاملة بالكينورينين v/bw		(P < 0.001)

المصدر كونولى Connolly ، بيرنت Burnet و سول Sewell ، ١٩٦٩

جدول ٣ - ٣ يوضح تأثير الكينورين في زيادة نجاح التزاوج في الذكور الأصلية للجنينات v/bw بالمقارنة بتلك الغير معاملة بالكينورين (كونولى Connolly بيرنت Burnet سول ١٩٦٩) ويبدو أن إعاقه التزاوج المشاهدة في الحشرات التي ينقصها صبغة العين يرجع إلى نقص الاحساس المصاحب لغياب الصبغة المميزة في العين المركبة . هذا النقص يمكن أن يخفف بإضافة المركبات الكيميائية الحيوية - ولذلك اقترح كونولى Connolly بيرنت Burnet سول ١٩٦٩) أن دور الرؤية في تودد الدروسوفلا ميلانوجاستر لم يأخذ كفاية من التقدير ، وهذه النتيجة تتوافق مع ما تم عمله على مجموعة أصيلة لجين الملمس الحشن للعين . وبمقارنة سلوك الغزل للذكور ذات عيون بها الصبغة أو بدون الصبغة تدل على أن الغزل الأقل كفاءة في الذكور v/bw يكون مرجعها إلى صعوبة عمل واستمرار الاتصال بالإناث . لذا فقد وجد أن ذكور حشرات v/bw تمتلك فترة محاورة أقصر (مجموع فترتي اللق والاهتزاز) عن تلك التي يضاف إلى غذائها كينورين . عموما فإن هناك علاقة وثيقة بين نجاح التزاوج وكثافة صبغة العين . وأنه لمن المؤكد أيضا أن وجود الصبغة البنية وحدة يشترك في إنجاح التزاوج . حيث أن غياب الصبغة الحمراء كما في حشرات bw لا يؤدي إلى تخفيف الاستجابة الخاصة بالحدة البصرية ولا يؤثر على إختفاء الغزل أو فترته . وفي الملاحظات الأولى أوضح بارسون Parsons وجرين Green (١٩٥٩) علاقة عامة بين كثافة صبغة العين البنى والكفاءة ومن ذلك تزداد كفاءة حشرات v/bw في تجارب التنافس بزيادة كمية الكينورين لذلك يتعلق العديد من السلوكيات المختلفة مباشرة بالتغيرات البيوكيميائية وتغيرات الكفاءة (تعدد الأثر) .

والطفرات الأخيرة التي تؤخذ في الاعتبار في الدروسوفلا ميلانوجاستر هي طفرة الجنينات المرتبطة بالجنس التي تنتج العين العودية والبيضاء . العيون العودية تكون أضيّق من العيون العادية وطبيعة توارثها سائدة . وفي خليط من حشرات عودية وأخرى برية نجد أن الذكور العودية تكون أقل نجاحا في التزاوج ، ويقلل من هذا التأثير وجود عدد قليل منها فقط وتزداد إذا زاد معدلها بالنسبة للذكور من الطراز البري . بالنسبة للذكور بيضاء العين يكون نجاح التزاوج كبيرا إذا ندر وجود ذكور بيضاء العين أو إذا كانت الغالبة (بتت ١٩٥٨) . وجد أرمان Ehemann وآخرون (١٩٦٥) نفس النتيجة في تجارب على الدروسوفلا سيلو إسكيورا .

قد ثبتت حقاً أن التفضيل في التزاوج المرتبط بالتكرار له أهمية كبيرة في العمليات التطورية إذا كان واسع الانتشار (ارجع لقسم ٨ - ٤ لزيادة المناقشة في هذا الموضوع) .

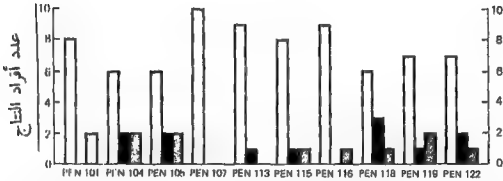
يبدو أن التميز الجنسي من الأمور التي فيها المحاولة والخطأ في جنس الدروسوفلا كما هو مقرر هنا . والذكور تغازل الإناث (أو حتى تغازل ذكورا أخرى في بعض الأحيان) من أى نوع وتحاول أن تلوذ الغزل والتزاوج . والقبول تتحكم فيه أساسا الإناث ، كما تتحكم أيضا في تتابع عمليا الغزل - التزاوج التلقيح . وحتى كما هو موضح في أقسام ٤ - ٢ و ١٣ - ١ إذا كان لدينا إناث ذات قابلية يكون من الشائع وجود اختلافات في سرعة التزاوج إلى الذكور عما بين الإناث . اقترح (باتمان Bateman ١٩٤٨) أن هذه الاختلافات قد نشأت تطوريا حيث أن النجاح التكاثرى يتحدد في الذكور تبعا لعدد المرات التي مارست فيه التزاوج بينما تحتاج الإناث فقط للتزاوج مرة واحدة لتحقيق النجاح التناسلي الاخصائي في دورة التربة . وزيادة على ذلك فإن فترة الاقتران تتعلق بالذكر أساسا على الأقل في الدروسوفلا ميلانوجاستر (ماك بين MacBean وبارسونز Parsons ١٩٦٧) وفي الدروسوفلا سيدو أبسكيورا (كول Kaul وبارسونز Parsons ١٩٦٥) ولوصف سلوك المغازلة والتزاوج في الدروسوفلا أنظر سبيث Spieth (١٩٥٢) ، وللوصف المصور ، أنظر إيرمان Ehrman وستركبرجر Strickberger (١٩٦٠) وإرمان Ehrman (١٩٦٤) .

تأثيرات الحين المنفرد في الفيران نجاح التزاوج

صفة الأليكو في الفيران والحيوانات الأخرى (التي يوجد منها طراز واحد في الانسان) كثيرا ماتحكم بمجين جسمى متتحى . قارن ليفين (Levine ١٩٥٨) النجاح النسبى للتزاوج للذكور الفيران السوداء الاجوتية الأصلية التركيب الوراثى والفيران الأليكو . كل من هاتين السلالتين نشأتا مستقلتين عن طريق تزاوج الأخ - الأخت ولذلك فهى سلالات داخلية التربية . وقد أظهرت كل الذكور خصوبتها في بداية ونهاية التجربة - والطريقة أولا هى تنافس ١٠ ذكور البينو اعتباريا مع ١٠ ذكور سوداء أجوتيه - كل زوج من الذكور وضع في حظيرة مع أنثى البينو . يؤخذ من كل حظيرة عشرة أفراد من النسل الناتج معطية مجموع ١٠٠ فرد . النتائج معروضة في شكل ٣ -

أمكن الحصول على ثلاثة طرز من النسل البينو فقط وأسود أجوق فقط أو خليط من النسل (بعضه البينو والبعض أسود أجوق). هذا الطراز الأخير من النتاج هو نتيجة تلقيح مزدوج . ليس هناك أى اختلافات احصائية فى حجم النتاج بين الثلاثة طرز من النتاج . وقد وجد أن نسبة ٧٦ فى المائة منه يكون نتيجة لآباء البينو ونسبة ١٢,٠/، نتيجة تلقيح مزدوج النسل الأليينو يكون عائدة أكثر من ضعف النسل الأسود الأجوق . ومن مجموع ٥٥٢ من الفيران التى تولد فى العشرة أقفاص ، ٤٥٨ تكون من الآباء الذكور الأليينو بينما ٩٤ فقط يكون أبائهما من الذكور السوداء الأجوق .

ليس من السهل تقديم التفسير المناسب ، وذلك لصعوبة استبعاد وجود اخصاب أنتحافى يؤدى الى تفضيل الحيوانات المنوية الأنثى من ذكور الثلاثة الخاصة بالأنثى .



شكل ٣ - ٣ نتائج التزاوج التام فى الفيران من مختلف السلالات داخلية التربية . الأعمدة البيضاء تمثل عدد النتاج ذات الأب الأليينو . وتمثل الأعمدة السوداء عدد النتاج للأب الأسود الأجوق وتمثل الأعمدة الرمادية عدد النتاج لكلا النوعين من الآباء الذكور (التاج المخطط) (عن Levine ١٩٥٨) .

لاحظ ليفين Levine (١٩٥٨) تشارك الأليينو ضد الأسود الأجوق وأشار الى غلبة ذكور الأليينو ذات التفوق العدوانى . وكل معركة كانت تراقب حتى يرى أحد المتعاركين وقد أبدى استسلامه (رد الفعل الخضوعى) بالجلوس على أرجله الخلفية ومد الأرجل الأمامية فى وضع دفاعى . ويتسائل الفرد عما اذا كان هناك علاقة بين المقدرة القتالية ونجاح التناسل فى هذه الفيران . قد يمثل ذلك مثالا حقيقيا على الانتخاب الجنسى فى هذه الحيوانات ورغم ذلك ، لا يمكن استبعاد احتمال أن الأنثى الأليينو قد تفضل الذكور الأليينو (التزاوج المتشابه) .

والنقطة الأخيرة حول استعمال الفيران في تجربة لفين ، وفي تجارب عديدة أخرى ، والتي كانت غير معلومة له وتأكدت بعد سنوات ، هو أن كل الفيران التي تم استعمالها كانت أصيلة بالنسبة الأليل rd (الخاص بتحلل الشبكية) ولذلك فقد كانت عمياء (سيدمان Sidman وجرين Green ١٩٦٥) وحتى هذا لا يغير من الاستنتاج الخاص باحتمال حدوث الانتخاب الجنسي . وعموما فسوف يناقش سلوك الفيران بتفصيل أكثر في الفصل التاسع .

جينات البدانة أو السمنة

في الفيران طفرة جينات البدانة (ob) والبول السكرى (db) تسبب حالات متشابهة للبدانة والبول السكرى في التراكيب الوراثية الأصلية . وتحت الظروف القياسية فإن هذه الفيران البدنية تكون أقل نشاطا وأكثر أكلًا وشربا عن مثيلاتها الطبيعية . كما تكون عقيمة ، قصيرة العمر نسبيا ، وذات أوزان تبلغ ضعفين أو ثلاثة أضعاف الوزن الطبيعي ، وأحيانا تبدى مستويات عالية جدا من السكر في الدم . ولذلك فتسمى الفيران البدنية - المرضى بالبول السكرى . فإذا قيدت كمية الطعام فإن فترة الحياة تزداد ويقل العقم الذكري جزئيا . وعلى ذلك معظم الأعراض المترتبة تتبع الزيادة في الأكل وعدم النشاط .

تتصف أعراض البدانة بنشاط تمثيلي يرتبط بالقدرة الفائقة لتحول الطعام الى دهون أكثر مما يحدث في العادى وعند تواجد الجينين بحالة أصيلة ob/o أو db/db تحدث الحالة المرضية المصاحبة للبول السكرى الشديد في السلالة المرباه داخليا CS7BL/KsJ ، وعلى الرغم من أنه في السلالة شديدة القرابة CS7BL/6S تكون أعراض البول السكرى أقل شدة ومؤقتة (كولمان Coleman ، هامل Hummel ١٩٧٣) . وذلك يمثل تأثير الخلفية كما وصف بالنسبة للسلوك التزاوجي للحشرات الصفراء في القسم الأخير .

قد أوضح كولمان Coleman (١٩٧٩) أنه حالما يخزن الغذاء في الفيران ob/ob أو db/db وينحل ببطء عما هو في الأفراد العادية إلى زيادة كفاءة الاستفادة من الغذاء ومقدرة ملحوظة لمقاومة الصيام لمدة ٤٠ يوما . وبالإضافة الى ذلك فقد أوضح أن الفيران الخليطة وراثيا ob + db يمكنها تحمل الصوم الى أمد طويل عن تلك العادية الأصلية وراثيا (جدول ٣ - ٤) ويؤدى هذا الى اقتراح أن الأفراد الخليطة وراثيا تمتلك كفاءة تمثيلية عالية عن الطفرة المتألفة وراثيا .

وجود مثل هذه الصفة « المثمرة » الخليطة وراثيا في العشائر الطبيعية يساعد على تصديق فكرة وجود جينات مشابهة في مرضى البول السكرى في الإنسان (نيل Neel ١٦٢٠). وفي الواقع فإن حلولث البول السكرى الشائع نسبيا قد اقترح على أنه نتيجة التركيب الوراثي المثمر ويبدى التأثير الضار بالتقدم في التغذية . وفي الأمم غير المتقدمة ، وهى مجتمعا القنص والرعى ، يبحث الناس عن مصدر للإمداد بالغذاء ويكون عرضه لفترات من وفرة الغذاء متبوعة بفترات من القحط والمجاعة . وتحت هذه الظروف فالأفراد « مثمرة » التركيب الوراثي المعرضة للبول السكرى يمكن أن تستعمل المصدر الغذائى المحدود بكفاءة أكثر ممايؤدى الى ميزة انتخائية عندما يكون الطعام نادرا وقد تؤدى الوفرة المتزايدة الى أن يشكل التركيب الوراثي المثمر صعوبة ، مع ظهور حالات فقد الإدراك والسمنة والضغط على كفاءة البنكرياس فى بناء الأنسولين والبول السكرى فى أغلب الأحوال - ولقد اقترح أنه بهذه الطريقة فإن التركيب الوراثي للبول السكرى يستمر فى كلا من عشائر الحيوان والإنسان بالرغم من عنف الانتخاب ضده .

يمثل ذلك فى بيئة الإنسان حالة من الحالات التى تعتبر فيها البيئة الحضارية أحد العوامل المحددة .

هذا المثال المبرر لجينين متحيين فى الفيران يبين امكان استعمال النماذج الحيوانية لتساعد فى تفسيرات الدراسات التى تجرى على الإنسان وذلك لأن الحيوانات مثل الفيران ، يمكن إجراء تجارب التربية عليها مع التحكم فى الظروف التجريبية .

جدول ٤ - ٣ تأثير التركيب الوراثى على تحمل الصوم فى الفيران (البيانات هى متوسط \pm الخطأ القياسى للمعوسط .

متوسط وقت البقاء سها بالأيام	عدد الحيوانات	وزن الجسم المبدئ بالجرامات	التركيب الوراثى	السلالة
10.8 \pm 0.4	32	36.7 \pm 0.7	+/+	C57BL/6S
12.2 \pm 0.4*	20	36.6 \pm 0.6	ab/+	C57BL/6S
8.6 \pm 0.3	15	33.3 \pm 0.3	+/+	C57BL/6S
10.6 \pm 0.4†	14	33.1 \pm 0.4	db/+	C57BL/6S
7.2 \pm 0.3	26	29.7 \pm 0.3	+/+	C57BL/KsJ
10.5 \pm 0.3‡	26	29.9 \pm 0.4	db/+	C57BL/KsJ

* P < 0.05, Student's t-test.

† P < 0.01.

‡ P < 0.001.

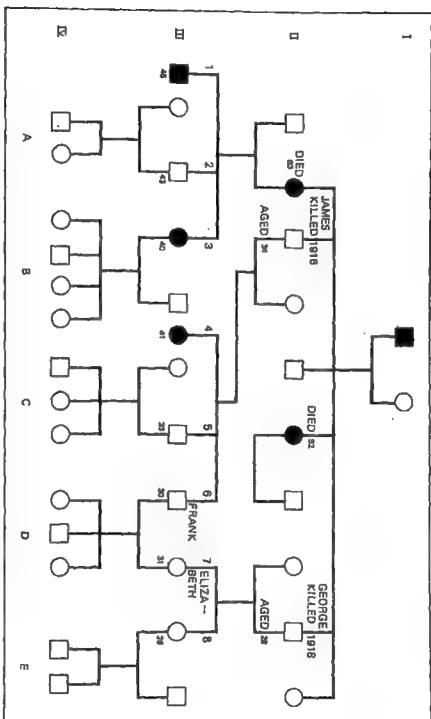
(المصدر كولمان Coleman ١٩٧٩)

وعموما فإن المستودعات الجينية في كل الأنواع منفردة ، لذا فإن تعميم النتائج يجب أن يؤخذ بحذر . وبالرغم من الجهود المبذولة لتفسير بيوكيموى واضح بالنسبة لمرض البدانة - والبول السكرى في الفيران إلا أنها لم تكمل بالنجاح تماما ، والبحث عن الأساس الوظيفى والبيوكيموى للأعراض المرضية المحكومة وراثيا عن الأساس الوظيفى والبيوكيموى للأعراض المرضية المحكومة وراثيا يعد من المداخل المهمة . كما سوف يوضح فى قسم ٧ - ٦ ، يعتبر البول السكرى صعب فى دراسته بالنسبة للإنسان . وحتى فى الفيران تمتد التعقيدات لتشمل تأثيرات الخلفية الوراثية . وعموما فإمكانية تحديد هذه التأثيرات فى الفيران يجب أن تتم على المستويات البيوكيمووية والوظيفية . من الممكن أن يساعد ذلك على دراسة الوضع فى الإنسان .

تأثيرات الجين المنفرد فى الإنسان .

كوريا (رقاص) هنتجتون

ماهى حالات وراثة السلوك البسيطة فى الإنسان الذى لا يمكن إجراء تجارب التربية عليه ؟ مرض البول الغنبل كيتونى تمت مناقشته فى الفصل السابق . وهناك مثال وراثى جيد آخر ، هو كوريا هنتجتون الذى يؤدى إلى اضطراب ميمت (كوريا - مرض عصبي مميز بارتعاش العضلات) من الكلمة اليونانية « الرقص » وسمى كوريا هنتجتون بعد عمل مستمر من الأطباء لمدة ثلاثة أجيال فى ولاية كونيكيت وأمكنهم الحصول سجلات عائلية كاملة) . وبداية العلة تكون غير واضحة ، وكذلك الأضرار الأولية المؤثرة فى التنثيل الغذائى غير معروفة ، ويتقدم المرض يحدث اضطراب عصبي يؤدى الى عدم السيطرة على الحركات العضلية يتبعه الخبل وفقد السيطرة العضلية العصبية ثم الموت . ويتميز التقدم فى عدم السيطرة على الحركات العصبية بتحلل خلايا جنجليون لمقدمة الرأس والكتلة الرمادية الموجودة فى كل من نصفي المخ . كما فى الشكل ٣ - ٤ ودراسة النسل وجد أن كوريا هنتجتون هى نتيجة أحد الجينات الجسمية الخليطة السائدة فى المراحل المتأخرة من المرض . ولا تظهر الأعراض عادة حتى يصل الفرد الى مرحلة متأخرة من العمر . وعلى الرغم من أن الحالة مميتة إلا أن الأفراد الحاملة للجين فى معظم الحالات تكون قادرة على انتاج نسل قبل أن يدرکه المرض . وتكون بداية المرض فى متوسط عمر ٣٥ سنة على مدى غالبا مايقع بين ١٥ - ٦٥ عاما بظهور الارتعاش ، وذلك بالرغم من وجود بعض الحالات معروفة فى الأطفال . وقد أوضح بوتيجال Potegal (١٩٧١) قصور المدى الحركى للمرضى بمرض هنتجتون ، ويكون



شكل ٣ - ٤ سجل نسب لإطفال جون جيمس سائق لorry متجوز أربعة أجيال . وقيل الأول قام
الصغيرة بعق الأضراس فلما أفسل عند تسجيلها (كان عمر أطفال الجيل الرابع ، وعندهم ١٤ طفلاً ، أقل من
١٥ سنة) (عن روبريك Roderick ١٩٦٨) .

ذلك بعدم دقة التحديد الفراغى للهدف ، عندما يكون موضع هذا بالنسبة للملاحظ « إلى أمامه » أو « على بعد ياردة واحدة الى يساره » مثلا .

وقد انتقل إلى الولايات المتحدة الجين الخاص بمرض كوريا هنتجتون بثلاثة من الشباب الذين أبحروا من بويرز ستريت - مارى - سوفولك - إنجلترا ١٨٣٠ . وقد تركوا المدينة بسبب الصعاب التي واجهتهم وذلك لشذوذهم وسلوكهم المشين (فيس Vessie ١٩٣٢) . وقد تزوج الشباب الثلاثة وأصبحوا آباء لأطفال في موطنهم الجديد ، حيث يوجد حاليا أكثر من ٧٠٠٠ مصاب بمرض كوريا هنتجتون في الولايات المتحدة ، وصار حدوث مثل هذا المرض بنسبة ١ في ٢٥٠٠٠ ، وأمكن ملاحظة حدوثه في مختلف أرجاء العالم .

وبالأخذ في الاعتبار النسل الذى يحويه الشكل ٣ - ٤ فاحتمالات توارث الجين H لمرض كوريا هنتجتون في الجيل الرابع (باعتبار أن كل الأفراد غير مصابة عند هذا العمر ولكن قد تكون حاملة له) يكون :

- كلا من فردى العائلة E : $1/2 \times 1/2 \times 1/2 = 1/8$
- أى فرد من العائلة B : $1/2$
- أى فرد من العائلة C : $1/2 \times 1/2 = 1/4$
- أى فرد من العائلة D :

(وذلك بفرض وجود جرعته من الجين HH ليكون مميتا ووجود ثلاثة طرز تزاوج . وعلى ذلك يكون لفرانك ، وتركيبه Hh احتمال قدره $1/2$ ولاليزابيث $1/4$) .

$$\begin{aligned} \text{Child} \\ \text{a } \frac{1}{8}(Hh \times Hh) &= \frac{1}{8}(\frac{2}{3}HH + \frac{1}{3}hh) = \frac{2}{24}HH \\ \text{b } \frac{4}{8}(Hh \times hh) &= \frac{4}{8}(\frac{1}{2}Hh + \frac{1}{2}hh) = \frac{4}{24}Hh \\ \text{c } \frac{3}{8}(hh \times hh) &= \text{unaffected} \end{aligned}$$

معطيا مجموعة من $1/3$ Hh

- كلا فردى العائلة E : $1/2 \times 1/2 \times 1/2 = 1/8$

وقد وردت أولة مستفيضة لتحليل النموذج الوراثى للأفراد التى لا تخضع للتجريب يرجع فى ذلك إلى ستيرن (١٩٧٣) وتومبسون وتومبسون (Thompson and Porter ١٩٧٣) وفوهرمان وفوجل (Fuhrmann and Vogel ١٩٦٩) وبورتر (١٩٦٨) .

$$* Hh \times Hh = 1HH (\text{dies?}) : 2Hh (\text{afflicted}) : 1hh (\text{normal}) = 3/4Hh : 1/4hh$$

ويكون احتمال وجود الجين الخاص بالمرض في الأفراد ذوى الآباء المصابة ٢ - ١ ، (وهذا الجين نادر الوجود بحيث يسمح بافتراض أن الآباء المصابة تكون غير متماثلة أو أن حالة التماثل تكون مميتة) ولذلك فإحتمال أن الشخص له أطفال مرضى قبل إمكانية التشخيص يكون ٢ - ١ (وذلك بإحتمال أن الشخص المذكور به الجين المستول) ٢ - ١ (وهو لإحتمال أن يرث الطفل هذا الجين من الأب المصاب) = ٤ - ١ . وإذا كان التشخيص مؤكدا فإحتمال ظهور المرض بالطفل يصل إلى ٢ - ١ (إذا كان الأب مصاب) ويكون صفرا (إذا كان الأب غير مصاب) . انظر فالك ولأبتون Falek and Britton (١٩٧٤) بالنسبة لسيكولوجية هذا الوضع . ويحدث أحيانا مفارقات بين النسل بحيث تصاب الأفراد الناشئة من أفراد غير مصابة وتفسر ذلك هو تأخر عمر الأب المحتمل أن تظهر فيه الإصابة الذى يكون قد مات من أسباب أخرى قبل بدء ظهورها .

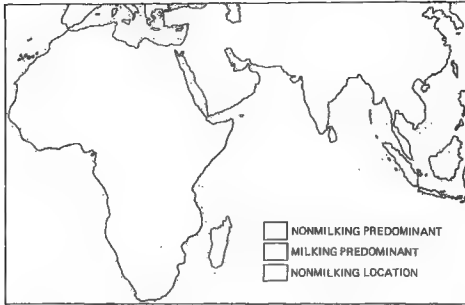
نقص اللكتيز

بال توسع قليلا في تعريف الوراثة السلوكية يمكن أن نلحق بهذا الفصل دور البيئة الحضارية في تطور الثلاث جينات الأليلية التى تتحكم في نقص اللكتيز واستهلاك اللبن في العشائر الانسانية . دراسة هذه الحالة تبلى مزهلة (مك كراكين Ne Cracken ١٩٧١ وجوتسمان وهستن Heston and Gottesman ١٩٧٢ وكريتشمير Kretchmer ١٩٧٢) .

واللكتوز هو السكر الأول الموجود باللبن والذي يحلل بواسطة أنزيم اللكتيز الذى ينتج من الخلايا المعوية الصغيرة . ويعبر عن التفاعل ببساطة :

لاكتوز (سكريات ثنائية) أنزيم اللكتيز جلوكوز + جالكتوز (سكريات أحادية وبعد ذلك تمتص النواتج النهائية في الجهاز الدورى للإنسان - ولكن في غياب انزيم اللكتيز فإن سكر اللكتوز يمر خلال الأمعاء بدون أن يكون له أى قيمة غذائية مما يؤدي إلى الانتفاخ والتقلصات والإسهال .

ويبدو أن الثلاث الأليلات (L_1 , L_2 , L_3) والتى تتحكم في إنتاج انزيم اللكتيز . تشغل موقعا جسيميا ، وكل من L_1 , L_2 متنحى بالنسبة للأليل البرى L وكذلك فالأليل L_2 متنحى بالنسبة L_1 - والأفراد ذات التركيب الوراثى L_1L_1 , L_1L_2 تنتج انزيم اللكتيز في كلا من الأطفال البالغين - ولكن الأفراد L_1L_1 , L_1L_2 , L_2L_2 لا تنتج اللكتيز في البالغين ، أما



شكل ٣ - ٥ خريطة توضح مناطق وجود اللبن في أفريقيا وجزء من آسيا (عن سيمونز Simoons ١٩٧٠)

التركيب الوراثي $I_2 I_2$ فهو نادر حيث أنه محتمل لأن اللبن لا يمكن هضمه حتى في مرحلة الطفولة . وتوجد التراكيب الوراثية $L I_1$ ، $L I_2$ أو $L I_2$ في حوالي ٨٠ - ١٠٠٪ من نسبة البالغين في شمال أوروبا ، بينما يكون العكس حقيقى في العشائر الشرقية والأفريقية والهنود الحمر وجنوب أوروبا وكذلك عشائر أبورجين الاسترالية . ويمكن ملاحظة أن البالغين ذوى التراكيب $I_1 I_2$ ، $I_1 I_1$ يمكنهم التحكم في هضم منتجات اللبن الرائب مثل اللبن الرائب نفسه واليوغورت وكذلك الجبن .

وقد اقترح ماكراكين Mc Cracken (١٩٧١) :

بافتراض أنه قبل استئناس الحيوانات (وبداية استئناس الماعز والغنم من ٤٠٠ قبل الآن ؟) وقبل إنتاج الألبان كانت الحالة الموجودة هو نقص اللكتيز في البالغين ، ولكن بإدخال التغذية باللاكتوز في غذاء البالغين في بعض البيئات الحضارية ، ظهرت هنالك ضغوط إنتخابية جديدة تفضل التركيب الوراثي المؤدى إلى إنتاج البالغين للكتيز ويحذر سيمونز Simoons (١٩٧٠) من عدم القدرة على تقرير أن وجود حيوانات اللبن يستتبع بالضرورة حلها وزيادة على ذلك استعمال البالغون لهذا اللبن . وأخيرا فقد

يكون نشاط أنزيم اللكتيز مستحدثا ويعقب ذلك الإنتاج المتوازي للأنزيم مع متطلبات الغذاء أى أنه كلما احتوت الوجبة الغذائية على زيادة من اللكتوز ، كلما ازداد تكوين أنزيم اللكتيز . ويعرف ذلك بالتكوين التأتلى للأنزيم ، وهى ظاهرة لا تلاحظ غالبا كاستجابة لتحديات الغذائية الكبيرة . ولكن تعتبر البيئة الحضرية عاملا رئيسيا مهما في تطور النوع الانسانى الواحد ، وذلك باستخدام الأقلمة السلوكية فى الحالات التى يكون بعضها على الأقل تحت التحكم الوراثى . وبالنظر إلى شكل ٣ - ٥ يمكن الحكم على حجم الميزة الناشئة عن استعمال اللبن كغذاء مساعد للبالغين . وما إذا كانت هذه الميزة بالذات قد غيرت فى النهاية تكرار الجينات .

ملخص

تؤثر العديد من الجينات المنفردة إما مباشرة أو غير مباشرة على السلوك . وعموما فإن التغيرات السلوكية تؤدي إلى تغيرات ظاهرية ووظيفية . حتى إذا لم توجد تغيرات ظاهرة بخلاف السلوكية فإن الدراسات المستفيضة قد تظهر أسبابا وظيفية أو بيوكيماوية .

وتحليل تأثيرات الجينات المنفردة التى تؤثر فى السلوك تكون بسيطة نسبيا فى حيوانات التجارب مثل النحل والدروسوفلا وكذلك الفيران أما تحليل النسب فى الانسان فيجب أن يتم حيث توجد الاختلافات العديدة مثل تباين الأعمار التى تبدو فى اعراض العلة المدروسة مما يعقد التفسيرات .

ومن وجهة النظر التطورية يهتم دارسو وراثة السلوكيات أساسا بالجينات التى تؤثر فى السلوك التزاوجى . يؤدي عديد من هذه الجينات إلى اختلافات فى القوة أحد أو كلا الجنسين بالنسبة للنجاح التزاوجى ، وهذا ما يعرف بالانتخاب الجنسى . وسوف تناقش هذه الظاهرة فى مواضع عديدة من هذا الكتاب .

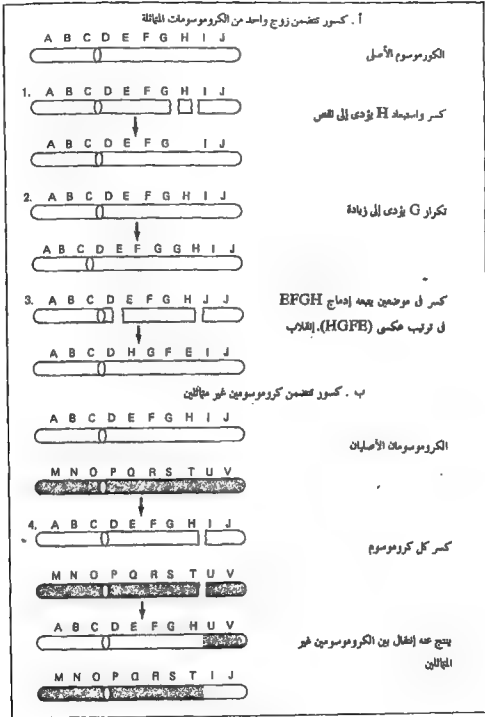
الفصل الرابع

الكروموسومات والسلوك

تناولنا في الفصل السابق تأثير الجينات المفردة على صفات سلوكية بسيطة . أما في هذا الفصل فسوف نتناول الكروموسوم كوحدة وراثية وقبل أن نتناول السلوك بالناقشة سوف نعطي ملخصاً قصيراً عن الطرز المختلفة للتغيرات الكروموسومية الكبيرة الشائعة وقد أعطى هيرسكوفتزر (١٩٧٣) وصفاً مفصلاً بالإضافة إلى ما هو موجود في المراجع العديدة الموجودة في الفصل ٢ .

٤ - ١ التغيرات الكروموسومية

من التغيرات الشائعة ما لا يتضمن كسر الكروموسومات بالرغم أن معظم الكائنات التي تتكاثر جنسيا لها هيئة كروموسومية ثنائية فإن حدوث الثلاثيات ورباعيات التضاعف شائعة في النباتات (ثلاث أو أربع مجموعات كروموسومية بدلا من اثنين) . أما في الدروسوفيل فتوجد إناث ثلاثية ورباعية التضاعف وقد وجدت خلايا جسمية أحادية / ثنائية (الموازيك الكروموسومي ويعنى فرد به أنسجة مختلفة التركيب الكروموسومي وذلك نتيجة لشذوذ في إنقسام الخلية الجسمية مبكرا في حياة الفرد) . والمتضاعفات الرباعية في الإنسان تكون ممتة أما الأفراد الموازيكية الثنائية / الثلاثية التضاعف يمكنها أن تعيش ولكن بهم نقص عقلي وطمى . ويعرف وجود مجموعة كاملة من الكروموسومات ($2n$) بالتضاعف المنتظم أما التضاعف غير المنتظم فيكون بزيادة أو نقص أحد كروموسومات المجموعة الكروموسومية . وهذه تنشأ نتيجة شذوذ أثناء إنقسام الخلية في وقت تكوين الجاميطة . وينتج من عملية إنقسام الخلية جاميطات



شكل ٤ - ١ : الكسور الكروموسومية . منشأ الأربعة طرز الرئيسية للتغيرات التركيبية الناتجة عن الكسر الكروموسومي : الفقد ، الإضافة ، الانقلاب ، الانطال .

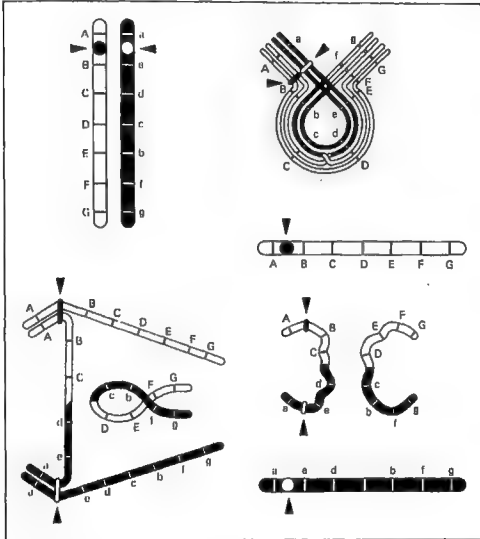
أحادية من خلايا ثنائية ويعرف ذلك بالانقسام الميوزى ، بينما عملية انقسام الخلية بعد الإخصاب تعرف باسم الانقسام الميوزى والتغير في عدد الكروموسومات قد لا يحدث في أثناء الانقسام الميوزى بينما في أثناء التكوين الجاميطة (إنتاج بويضات واسبيرمات بالغة) فإن الكروموسومات لا تأخذ شكلا منتظما بحيث يتمكن واحد من كل زوج كروموسومى أن ينفصلا في الخلايا الناتجة ، وذلك بعكس عدم الانفصال الكروموسومى للكروموسوم الرابع في حشرة الدروسوفيل ميلانوجاستر حيث ينتج عن ذلك أفرادا بها واحد أو ثلاثة من الكروموسوم الرابع بحيث يكون أحدهما أحادى الكروموسوم والآخر ثلاثى الكروموسوم . أما في الإنسان فالكروموسوم الصغير رقم (٢٣) يكون ثلاثيا في بعض الأفراد حيث يؤدي إلى الإصابة بأعراض داون المتلازمة (سيندروم) ويتصف هذا الفرد بالضعامة المورفولوجية والضعف العقلى (وللدراسة التفصيلية لسلوك الكروموسومات أثناء الانقسام الميوزى انظر مرجع عام مثل ستراك برجر ١٩٧٦) .

أما التغيرات التي تشتمل على كسور كروموسومية بالمقارنة بما نوقش آنفا (شكل ٤ - ١) فمن المحتمل أن تشتمل على أربعة درج فيها نقص وزيادة وإنقلاب وكذلك إنتقال . النقص أو إزالة موقع الجين أو مجموعة من المواقع يكون في أحيان كثيرة ممثلا في هيئته الأصلية . والنقص من وجهة التطورية غير معنوى أو مؤثر .

الزيادة تحدث بطرق عديدة لتكرار موقع الجين (ستراك برجر ١٩٧٦) وهذا يؤدي لعدم إتزان في نشاط الجين منقصا حيوية الكائن . ولكن هناك بعض الكائنات يمكن أن تتحمل الزيادة في مادة الكروموسوم ، وقد تلعب الزيادة دورا تطوريا . فإذا تكرر موقع معين فإن أحد المواقع التوأمية قد يطفّر إلى أليل له وظيفة مختلفة بدون الإضرار بملاءمة الكائن ، وذلك بافتراض أن الأليل غير المتغير في المكان الآخر يمكن أن يفي بأداء الوظيفة الأساسية لهذا الموقع . وقد يحدث بهذه الطريقة تغير تطورى فمن المسلم به أيضا حدوث ذلك للأربع جينات الخاصة بجزء الهيموجلوبين في الإنسان (ارجع إلى هيرسكوفتزر ١٩٧٣) وقد حدث تحكم وراثى لبعض الجزئيات المعقدة بنفس الطريقة .

الانقلاب يحدث نتيجة كسر في مكانين بالكروموسوم وتدور القطعة التي بين الكسرين ١٨٠° محدثة تغير في الترتيب الجينى بالنسبة للجزء المكمل غير المكسور بالكروموسوم - والانقلابات تحدث تلقائيا أثناء العديد من التحركات الكروموسومية خلال انقسام الخلية - ويرجع التأثير المؤكد للانقلاب عند وجود الأزواج الكروموسومية المتماثلة أثناء الميوزى بحيث يرقد جين بجوار مثيله بالضبط مما يؤدي إلى

تكوين لفات مميزة في حالة الفرد الخليط بالنسبة للإنقلاب (شكل ٤ - ٢) .
ويحدث دوريا أثناء الميوزي كسر وانتقال ثم التحام بين النظيرين المتشابهين ويعرف ذلك بالعبور . حيث يمثل الشكل ٤ - ٢ إنقلابا خليطا ويبدو واضحا وجود كروموسومان لا يظهران تأثير العبور وآخران يظهران تأثير العبور - أحدهما (بدون



شكل ٤ - ٢ عبور في إنقلاب خليط - أعلى من اليسار : كروموسومان مختلفان بالنسبة لإنقلاب واحد السترومير خارج منطقة الإنقلاب Paracentric - أعلى من اليمين : ازدواج في الأدوار الأولى للميوزي أسفل من اليسار : بعد الانقسام الميوزي الأول تتكون جسور كروماتيدية ويبدأ عنها قطع غير مستروميرية . أسفل اليمين : ونتيجة حدوث العبور بعد تمام الانقسام الميوزي . كروموسومان يحملان كل الجينات ولكن في ترتيب مختلف ولذلك فالجيميطة التي تخبرهما تكون حبة أما عند إجراء الشظية والجسر الكروموسومي فالجيميطات تكون غير حبة - المظطات السوداء تشير إلى الستروميرات (عن دوبرانسكي : الوراثة واصل الأنواع الطبعة الثالثة - المتقدمة - جامعة كولومبيا طبعة سنة ١٩٥١ - صفحة رقم ١٢٥ بإذن من الناشر) .

سنتروميير) حيث يفقد أثناء الانقسام الميوزي والآخر (بستروميرين) ينكسر أثناء إنقسام الخلية ويفقد بالتالي في نهاية الأمر . فالكائن الذى به إنقلاب خليط وعبور داخل القطعة المنقلبة لا يؤدي عموما إلى تغيرات بعكس الانقلاب الخليط الذى يمنع العبور والذى فيه تتكون اتحادات جينية (انظر قسم ٢ - ١) وعلى ذلك فالجينات فى القطعة المنقلبة فى الانقلاب الخليط تنتقل كوحدة واحدة ، حيث أن هذه الكروموسومات فقط لا يبقى بها تأثير العبور . وهذه نقطة لها بعض الاعتبارات المؤكدة بالنسبة للتطور وبالأخص فى الدروسوفلا (دويزانسكى ١٩٧٠) .

الانتقال ينتج عن حدوث كسر تلقائى لكروموسومين غير متماثلين وتبادل للقطع ، فإذا أصبح الكائن أصلا بالنسبة للترتيب الجديد حيث تنتقل بعضا من هذه الجينات إلى كروموسوم مخالف تماما فيحدث تغير كبير فى العلاقة الارتباطية للجينات كما فى شكل ٤ - ١ .

ومما سبق شرحه يمكن أن نقيم التأثيرات الكروموسومية على السلوك . ومن المعلومات المتاحة فإن كل التغيرات الكروموسومية ليست مهمة حاليا فى هذا السبيل ، ولكن يشكل الانقلاب والتغيرات العددية الجزء الرئيسى المهم .

٤ - ٢ الانقلابات فى الدروسوفلا

يوجد فى عديد من العشائر الطبيعية للأنواع اثنين أو أكثر من الانقلابات بمعدل لا يمكن أن يفسر على أنه طفرات رجعية . فعندما يكون للعشيرة مظهران وراثيان أو أكثر فإن ذلك يعمل على المحافظة الثابتة خلال الأجيال ويمكن أن يقال على العشيرة أن بها تعدد مظهري وراثي Polymorphism . ويدل حدوث هذه الأشكال المظهرية على وجود حالة ذات أهمية وراثية وتطورية حيث يجب أن توجد قوى إنتخابية تعمل على استمرار الانقلابات داخل العشيرة . ولذلك فأى اختلافات سلوكية تتعلق بوجود إنقلابات قد يكون لها دور تطوري مؤكد . وقد أوضحت التجارب العملية بالأخص على دروسوفلا سيلو ايسكيورا بأن الانقلاب الخليط (تركيب كروموسومى خليط) يكون أحيانا أكثر ملائمة تنفق ما للانقلاب الأصيل (تركيب كروموسومى أصيل) . (والطراز الكروموسومى هو التركيب الكروموسومى للكائن) واستخدما تتابعين على الكروموسوم الثالث III أحدهما قياسى (ST) والآخر شيركا هو (CH) للدروسوفلا سيلو - أو بسكيورا فى أقطاف العشائر على درجة حرارة ٢٥° يؤدي إلى أقصى معدل للانقلاب فيكون حوالى ٠,٧ ST و ٠,٣ CH بصرف النظر عن بدء المعدل (رايت

ودوبزانسكى (١٩٦٩) ، بمعنى أن معدل الانقلاب يصل إلى حالة إتران والنتيجة تكون مغايرة لما يحدث في حالة هاردى فاينبرج في أقسام ٢ - ٣ وكذلك ٢ - ٤ . ولذلك يطرح تساؤل عن أهم العوامل التي تعددت في قسم ٢ - ٤ ومن نتائج العديد من التجارب التي قام بها دوبزانسكى ومساعدوه (المراجع في باربوسون ١٩٧٣ وأنظر اندرسون ومك جوبر ١٩٧٨) إن كثير من مكونات الملازمة كالمقدرة الفطرية على الزيادة وحجم العشيرة والإخصاب والحيوية من البيضاء حتى البلوغ تكون تفوقا عند الخلط الكروموسومى عنه عند التشابه الكروموسومى . وبكلمات أخرى أن التراكيب الكروموسومية مختلفة في ملائمتها .

تتعزل الانقلابات CH, ST - كجينات مفردة ولهذا فمن المهم أن ندرس بإتقان الأحوال التي يحدث فيها تعدد مظهرى للأليلين a, A, موقع واحد . وقد نوقش في قسم ٢ - ٣ قانون هاردى - فاينبرج حيث يشترط فيه اعتباطية التزاوج . ومن المهم أيضا الآن هو مدى ملازمة التراكيب الثلاثة الوراثية AA, Aa, وكذلك aa حيث وجد أنه ليس من الضروري أن تتساوى في هذا الصدد ولذلك فإذا كانت ملازمة التراكيب الوراثية AA, Aa, وكذلك aa هي على التوالي 1 - s, 1, كذلك 1 - t ولذلك فالنسب الوراثية قبل وبعد الانتخاب تكون كالآتي :-

	AA	Aa	aa	Total
الملازمة	1 - s	1	1 - t	
التكرار الجيني قبل الانتخاب	p ²	2pq	q ²	1
التكرار الجيني بعد الانتخاب	p ² (1 - s)	2pq	q ² (1 - t)	W

حيث تمثل W معدل الملازمة للعشيرة بعد الانتخاب وأن p⁻, q⁻ تمثل تكرار الجين a, A في الجيل التالى حيث يكون

$$p' = \frac{p^2 - p^2s + pq}{W} = \frac{p - sp^2}{W}$$

and

$$q' = \frac{pq + q^2 - q^2t}{W} = \frac{q - tq^2}{W}$$

وللتأكد من أن $p + q = p' + q' = 1$ يقسم على W وتكون تكرار الجين ثابتة من جيل إلى جيل إذا كان هناك حالة إتزان - فإذا كان التغير في تكرار الجين من جيل إلى آخر يساوي p فيتوقع أن تكون كالاتي عند الاتزان

$$\Delta p = p' - p = 0$$

من

$$\Delta p = \frac{p - sp^2}{\bar{W}} - p = \frac{pq(tq - sp)}{\bar{W}}$$

ويمكن اعتبار أنه عند التغير في تكرار الجين أن $p = 0$ و $p = 0$ و $q = 0$ أو أن $tq = sp$ وأول اثنان من الحلول عديم الأهمية عندما تكون العشيرة إما AA أو aa حيث لا تظهر تعددا مظهريا . أو بكلمات أخرى إذا فقد أى من الجينين A أو a بينا الآخر موجود فيكون من الواضح البرهنة جبريا على أنه إذا كانت الملاءمة (١) AA Aa aa حيث توجد A وتفقد a (مثل $p = 1, q = 0$) و (AA Aa aa) عند وجود a وفقد A (ويكون $q = 0, p = 1$) .

تكرار الاتزان الجيني تعطى حلا عندما تكون $tq = pp$ وذلك بالترتيب الجبرى حيث $P = t(s + t)$ وتكون $q = s / (s + t)$ ويتوقف ذلك فقط على القيم الانتخائية s و t ونتوقع نفس حالة الاتزان بصرف النظر عن قيم البداية لكل من p, q ومن الواضح أن الحالات الوحيدة التي من خلالها تتواجد الاتزانات عندما تكون $s, t = 0$ أو $s, t = 0$ حيث أن واحد أو آخر من تكرارات إتزان الجين يكون سالبا وهذا مستحيل ويجب أن نختبر ثابت الاتزان للحالتين . ويحدث اتزان ثابت حتى بعد وجود إحلال ضئيل من تكرار الاتزان الجيني ، كما قد يحدث بالصدفة في عشيرة محدودة حيث تمثل العشيرة إلى العودة إلى ذلك التكرار الجيني في الأجيال المتعاقبة ويمكن أن نوضح أنه إذا كان $s, t = 0$ فإن من المتوقع حدوث اتزان ثابت وهذه الحالة من التوافق عندما تكون AA Aa aa في الملاءمة وبكلمات أخرى فإن هناك ميزة للخلط الوراثي على التماثل تعرف بالسيادة المائعة . فإذا كان $s, t = 0$ وهذا مخالف لما سبق ، ويعنى أن AA Aa aa في الملاءمة ويبرز من جيل إلى آخر إحلال بسيط من تكرار الاتزان الجيني وبالتالي فإن أحد الأليات أو الآخر يكون موجودا وهذه تعتبر حالة اتزان غير مستقرة ويمكن الحصول على هذه الاستنتاجات جبريا . ومن أهم هذه الاستنتاجات هو افتراض وجود التزاوج

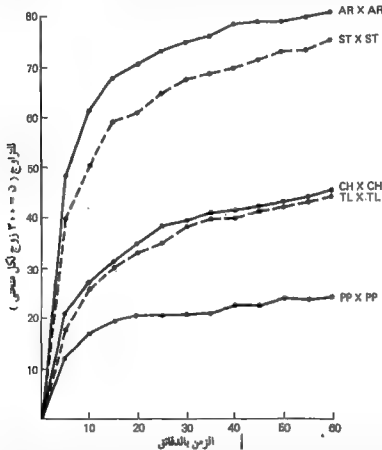
الاعتباطى مع عدم تساوى المقدرة الوراثية للملاءمة ويحدث هذا إذا كان الخليط وراثيا أكثر ملاءمة عن مثيله الأصيل ويتوقع عندئذ اتران ثابت متعلق بالتعدد المظهري حيث أن معدل اتران الجين يعتمد فقط على قيم الانتخاب .

وتوضح الحسابات النظرية وجود حالة تعدد مظهري واحد (ولكن ليست الوحيدة فقط) أينما يوجد خليط وراثي (خليط التركيب الكروموسومى) حيث يكون أكثر ملاءمة عن نظيره المائل وأما عن حالة التعدد المظهري للأنقلاب فيكون التعامل مع جهاز جينى مكونا من وحدات من الجينات توجد مع الأنقلاب بدلا من أن يكون جينا مفردا . ويعمل الأنقلاب الخليط على حدوث تثبيط للتركيبات الوراثية الفعالة مما يؤدي إلى تكون نظام جينى بالانتخاب الطبيعى يعاون فى الأقامة . والتساؤل الآن عما اذا كانت هناك أدلة على هذه المعلونة ، والإجابة تأتى عند مقارنة أزواج كروموسومية خليطة من مناطق جغرافية وبيئية مختلفة تكون غالبا غير متباعدة (Dobzhansky, 1950) . وينخفض تماما تفوق التراكيب الخليطة عن التهجين بين المناطق بالرغم من بقاء داخل المناطق الجغرافية البيئية بمعنى أن ترتيبات الجين داخل الانقلابات تهم عشائر جغرافية بيئية معينة ويرجع ذلك الى الموقع المشترك للأجهزة الجينية داخل تلك العشائر لتعطى ملاءمة عالية للخلط الوراثى والذى أسماه Dobzhansky بمعاولة الأقامة . ومن الواضح أن الأجهزة الجينية من العشائر المختلفة ليس لها نفس فرصة الإيقاع المشترك للمحتوى الوراثى ويعنى هذا أنهم لم ينتخبوا للمعاونة فى الأقامة ولذلك فلا يتوقع للتباينات الخليطة فى الانقلاب من الأماكن المختلفة ملاءمة عالية.

للعودة مرة أخرى لأمثلة سلوكية فقد درس Koref-Santibaez و Brncic (1964, 1963) العلاقة بين الانتخاب الجنسى والانقلابات الكروموسومية لأنواع من دروسوفلا بافانى المنتشرة فى الجزء الجنوبى من القارة الأمريكية وتوجد نسب من الخلط الكروموسومى بمعدلات منتظمة نسبيا لمعظم العشائر الطبيعية وتستعمل أناث عذراء من دروسوفلاجوشا ، أحد الأنواع الأخوية لدروسوفلا بافانى ، وذلك لتقدير النشاط التزاوجى (تزاوج الأنواع القريبة - الأخت أو الأخ - أنواع قريبة العلاقة جدا من بعضها ولا يمكن أحيانا تمييزها مظهريا) ويلاحظ التزاوج بين الزوجين لمدة ٣٠ دقيقة وقد أحصى Koref-Santibaez و Brncic (١) الأفراد التى تتزاوج أثناء فترة الملاحظة و (٢) والأفراد التى تغازل ولكن لا تجامع و (٣) الأفراد الغير نشطة جنسيا أثناء فترة الملاحظة وكان من المؤكد أن معدل الخلط الكروموسومى عاليا من المذكور التى تغازل و/ أو تجامع الإناث أثناء الدقائق القليلة الأولى من وضعهما معا . وتؤدى النتائج إلى

اقتراح. تفوق الخلط في التركيب الكروموسومى على الأقل حتى التزاوج الأول . ويعتبر التفوق في النشاط التزاوجى للخليط في التركيب الكروموسومى أحد العوامل المهمة للمحافظة على التعدد المظهري في العشائر الطبيعية لدروسوفلا بافاني وهذا مثال للسيادة الفائقة كما نوقش سابقا .

أجرى Spiess ومساعديه (Spiess ، ١٩٦٢ ، Langer و Spiess ، ١٩٦٢ ، ١٩٦٤ ، أ ، ب Langer, Spiess و Spiess و Spiess و ١٩٦٦) دراسات مستفيضة على التماثل والخلط للأشكال الكروموسومية في دروسوفلا سيدو أبوسكيورا والنوع الأخرى دروسوفلا برسيميلس وقد وجدت اختلافات شاسعة في سرعة التزاوج بين مجاميع من حشرة الدروسوفلا يسيدوا بوسكيورا جمعت من مازر بكاليفورنيا وقد استعملت المجاميع المتماثلة للطراز الكروموسومى للانقلابات Pikes peak(pp), Treeline (TL) وكذلك (AR) Arrowheaded (شكل ٤ - ٣) وتشمل الطريقة



شكل ٤ - ٣ : الزيجات المتشابهة الأصلية التركيب الكروموسومى - النسب المئوية للمنحنيات المجمعة خلال فترة ساعة من الملاحظة - a وتغل CH, ST, AR وكذلك PP انقلابات مختلفة في الكروموسوم الثالث لدروسوفلا سيدو ابوسكيورا (عن Langer, Spiess 1964)

التجريبية على استعمال الملاحظة المباشرة لعشرة أزواج من الحشرات عمرها ٦ أيام في غرف التزاوج لفترة تزيد عن ساعة على درجة ٥٢٥ ستجراد . وتختلف الأزواج معنويًا في سرعة التزاوج حتى ٦٠ دقيقة وذلك بعد استبعاد أزواج الطرز الكروموسومية ST,AR وكذلك TL,CH حيث يكون سريعًا في ST وAR ومتوسطًا في CH,TL وبطيءًا في PP . ويزيد من كفاءة حاملي الطراز الكروموسومي سرعة القبول والجماع والتلقيح (الأشياء الأخرى تكون متساوية) ويجب أن يتم عزل البيض المخصب بدون تأخير بالإنبات للاسراع في التزاوج حتى تستنزف الأسيرمات وتكون الأنثى مهيجة لتزاوج ثانی حتى يكون هناك مصدر جديد للأسيرمات ويوافق هذا التعريف الأشمل للانتخاب الطبيعي : « يحدث الانتخاب الطبيعي عندما يمكن لبعض التراكيب الوراثية أن تعطي نسلا أكثر انتشاراً في الأجيال المتتالية عما تعطيه بعض التراكيب الوراثية الأخرى » (Dobzhansky ١٩٦٤) . وقد أوضح (Spiess و Langer ١٩٦٤ a) أن معدلات الانقلاب الملاحظين في نطاق « مازر » Mather يتساوى تقريباً مع معدل تزاوج أكثر مع AR و ST وأقل مع PP . ويتضح من هذا محاولة افتراض سرعة التزاوج كاملاً رئيسي للاحتفاظ بالمعدلات الملاحظة للكروموسومات في هذه العشيرة ، ولهذا فنعتمد من المكونات المهمة في الملاءمة . وقد لخص لانجر Langer (١٩٦٤ b) نتائج دراستهم فيما يلي : إذا ثبتت سرعة التزاوج لكل تركيب كروموسومي تحت « ظروف المنافسة » فإن قيم التأقلم النهائي (الملائمة النسبية) سوف تتوقف على معدلات التراكيب الكروموسومية (انظر قسم ٣ - ٢ - ٨ - ٤) .

وبدراسة السلوك في سرعة التزاوج بين التراكيب الكروموسومية لكلا الأصيل والخليط كروموسومياً فإن الخلاصة المبدئية هي أن سرعة التزاوج تحدد عن طريق الذكر كلية (كول وبرسونز Parsons,Kaul ١٩٦٥ ، سبيس ولانجر و Spiess ١٩٦٦) وقد أوضح كول وبرسونز (Parsons Kaul ١٩٦٦) أن هذا ممكن بعمل مجموعتين من تجارب الاختيار أحدهما تحتوي على أنثى مع ثلاثة ذكور والعكس ثلاث إناث مع ذكر واحد (جدول ٤ - ١) . ويصل متوسط المدة حتى بدء التزاوج إلى ٥٣ دقيقة في التجربة مع الثلاث إناث بينما مع الثلاثة ذكور تكون المدة ١,٤٠ دقيقة . ويفسر ذلك بالتنافس بين الثلاثة ذكور مما يؤثر على سرعة التزاوج فتطول الفترة بينما في الموقف الآخر يميل الذكر الواحد إلى التزاوج السريع مع عدم تنافس ذكور أخرى . والخلاصة الثانية التي تبرز هي أن الذكور خليطة التركيب الكروموسومي تكون متناسقة في سرعة التزاوج عن الأصيلة - وقد درس سبيس ولانجر

وسبيس Spiess, Langer, Spiess و Spiess (١٩٦٦) سرعة التزاوج في عديد من الاتحادات الناتجة من وضع ١٠ أزواج من الحشرات في غرفة التزاوج . ويتضح أن الذكور خليطة التركيب الكروموسومى ذات سرعة تزاوج بأسرع عما هو في التركيب الأصيل أما الإناث فلا تبدى هذا التفوق ، أما إذا ما أيتة فسوف تكون الاختلافات فقط في عملية الاستقبال ويتضح أن لها النسيادة الفائقة التي تبرز (أحيانا يطلق عليها ظاهرة قوة الهجين) تكون نتيجة للنشاط الزائد والأصرار على المغازلة من الذكر أو إلى ازدياد قبول الإناث للذكور خليطة التركيب الكروموسومى ويحتمل أن يرجع إلى زيادة النشاط الجنسي للذكور .

جدول ٤ - ١ القوة حتى التزاوج الأول والتزاوجات التي تحدث في دقيقة واحدة في تجارب الاختيار الذكري والأنثوي في دروسوفلا سيلو ابوسكيورا

١	عدد الغير متزاوج	عدد التزاوج	القدرة حتى أول تزاوج بالدقائق	
ST/ST				
اختيار الذكر	16	34	0.56	
اختيار الأنثى	28	22	1.22	4.91±
ST/CH				
اختيار الذكر	11	39	0.35	
اختيار الأنثى	27	23	1.08	9.55±
CH/CH				
اختيار الذكر	25	25	1.00	
اختيار الأنثى	36	14	2.28	4.20±
البيانات مجمعة				
اختيار الذكر	52	96	0.53	
اختيار الأنثى	91	59	1.40	19.30±

* عدد التكرارات الناتجة من ٥٠ (أو من البيانات مجمعة لـ ١٥٠) التي تحدث الزيجات خلال دقيقة واحدة .

+ عدد التكرارات الناتجة من ٥٠ (أو من البيانات مجمعة لـ ١٥٠) والتي لا تحدث الزيجات فيها دقيقة واحدة .

المصدر : كارل وبار يونز ١٩٦٦ Kaul and Parsins

تعتبر سرعة تزاوج الذكور من أهم مكونات الملاعبة في دروسوفلا سيلو ابوسكيورا بحيث تؤخذ في الاعتبار مع باقي مكونات الملاعبة ذات العلاقة التي ذكرت سابقا في هذا

القسم وتشتمل القدرة على الفطرية على التزايد وحجم العشيرة والإنتاج والحيوية من البيضة حتى البلوغ . وقد تكون العلاقات الكثيرة والمتشابكة بين هذه المكونات غير مدروسة نسبيا ولكن تكون ذات أهمية بالغة عند دراسة الملاءمة في الكائنات . وقد خلص بارسونز (١٩٧٤) بالعديد من الأدلة على أن السلوك في تزاوج الذكور أحد مكونات الملاءمة الهامة ، على الأقل في كلا من دروسفلا سيلواوبوسكيورا ودروسفلا بافاني ، ومن المحتمل أيضا في دروسفلا ميلانوجاستر . وعلى الرغم من ذلك فقد وجد سبيس ولانجر Spiess and Langer (١٩٦٤ أ) في دروسفلا برسيميلس موقفا أقل انحيازاً من ذلك ، حيث وجد أن هناك إنانا تقبل ذكورا في الحال وعن رغبة بينما البعض الأخريات تميلن الى رفضهم وتكون ذكور معينة ذات نشاط غزلي أكثر من الأخريات ويمكن أن تفسر الاختلافات الموجودة على أساس الشدة النسبية للرغبة لدى الذكور للجماع ومدى ميل الأنثى لتقبلهم (أو على العكس التمتع أو التجنب) . وتأتي الأدلة لسرعة التزاوج كمكون للملاءمة من الملاحظات على عشائر كبيرة (حوالى ١١٠٠ فرد) محتوية لسته انقلابات على الأقل في التركيب الكروموسومى . وقد وجد أيضا أندرسون ومك جيمر Anderson and McGure (١٩٧٨) اختلافات مؤكدة بين التراكيب الكروموسومية وبين جنس الذكر والأنثى داخل التركيب الكروموسومى الواحد . ولذا فمن الواضح أن يرجع نجاح التزاوج الى هذا المكون من الملاءمة - وللتعرف على الدور الذى تقوم به البيئة فيجب أن يجرى العديد من تجارب الألفاص في عشيرة كبيرة . وسوف تناقش بعد ذلك في قسم ١٣ - ١ الأهمية التطورية لكل هذه العوامل .

٤ - ٣ اختلافات التركيب الكروموسومى فى الإنسان

الهيئة الكروموسومية فى الإنسان غير متناسقة حيث تختلف فى الأفراد بالنسبة للصفات التالية .

- ١ - الأطوال - نسب الأذرع ووقع السنترومر
- ٢ - التتابع - الزوائد الصغيرة ذات التراكيزات الواضحة من RNA الريبوسومى
- ٣ - الاختناقات الثانوية - المناطق الضعيفة أو العديمة الصبغ
- ٤ - التبرقش المخلود - الخلايا الجسمية الغير ثنائية الشاذة والقليلة العدد
- ٥ - الترتيبات التركيبية المتوازنة - انتقالات كروموسومية متبادلة المؤدية الى محتوى كروموسومى كامل .

التلازم بين هذه الاختلافات والسلوك غير مؤكد في حالة الإنسان بالذات وغالبا يكون ذلك للغياب التام للبيانات نتيجة للصعاب التحليلية والتقنيكية . ولكن ليس لدينا شك في المستقبل القريب أن تكون هذه البيانات بين أيدينا . (ومثال ذلك ، أنظر ساي وآخرين Say ١٩٧٧) . وبالعكس تعتبر التغيرات الكروموسومية (انظر جدول ٤ - ٢) ذات نوع من الأهمية كبير غالبا ، ويمكن أن تؤدي الى أخطاط أو ضعف في المستوى العقلي و / أو الأداء النفسى الحركى أو سلوك غير عادى (برجسما Bergsma ١٩٧٩) .

أعراض دوان المتلازمة

أحد التغيرات الكروموسومية المعروفة ثلاثية الكروموسوم لأصغر الكروموسومات الجسمية للإنسان المسماه ثلاثية كروموسوم ٢١ أو ثلاثى G (شكل ٤ - ٤) أو داون سنلروم (ويعرف الحامل باسم له ، بالمنغولى لما يلاحظ من مظهر شرقى بالنسبة للوجه والعيون) . ويبتلى بهذه الأعراض أو السينلروم واحد من كل ٦٠٠ إلى ٧٠٠ طفل حديثي الولادة من كل المجتمعات البشرية . ويكون من خصائص ذلك التأخر العقلى - الحركى والبلوغ الجنسى وعدد آخر من المظاهر الطبية . بتراوح معدل الذكاء ما بين

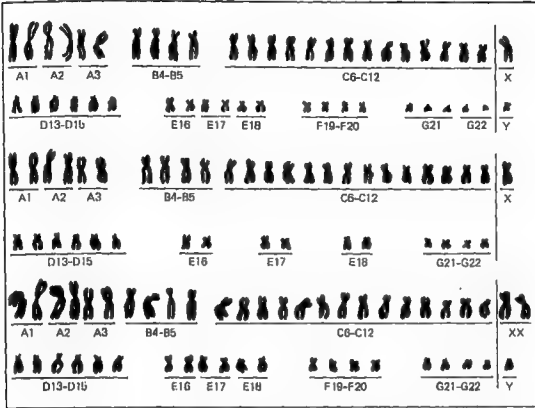
جدول ٤ - ٢ الشواذ الكروموسومية

أخرى	كروموسومات جنسية	جسمية
اعراض دى لايخ انطالات كروموسومية	حالة بين جنسية	الكروموسوم
اعراض دى لايخ انطالات كروموسومية	اعراض كليلنظر *	اعراض ١٨ P اعراض ١٨ Q اعراض لالة ١٨ اعراض O P اعراض ٤ p اعراض ١٣ q اعراض لالة الكروموسوم ٢١ اعراض لالة الكروموسوم ٢١
احادية الكروموسوم - I اعراض G طراز I	تخت حقيقى	
احادية الكروموسوم - II اعراض G طراز II	اعراض الزنر *	
اعراض C لالة الكروموسوم		
الأعراض المتلازمة للاق العين والاسناد الشرجى عدم توازن في كرومور من مجموعة G ويغزى الى كروموسوم زائد		
N		

* نوقشت في أماكن أخرى في هذا الفصل و / أو انظر دليل المعاني . p = الزواغ القصير للكروموسوم ؛ q =

الزواغ الطويل

المصدر : برجسما Bergsma ١٩٧٩



شكل ٤ - ٤ تغير التركيب الكروموسومي في خلايا كرات الدم البيضاء للإنسان اعلى : داون سيندروم في الذكور حيث يضاف كروموسوم إلى مجموعة ٢١ ومظهر ذلك التخلف والبلاهة . الوسط : إنث بها ترنر سيندروم حيث يكون كروموسوم X فرديا والصبر المظهري لذلك هو تأخر البلوغ الجنسي والعقم . اسفل : كلينفلتر سيندروم في الذكور حيث يغير التركيب الكروموسومي XXV مظهرها كنقص في الصفات الثانوية الجنسية للذكور ووضوح بعض الصفات الثانوية للأنثى أو كلاهما .

(From Biology today, 1972, pp. 259 - 260 CRM inc. Del Mar, California)

العادي والتخلف ويزداد التخلف شدة بزيادة الأعداد في كروموسومات X - ٣ و ٤ وحتى ٥ (أنظر شكل ٤ - ٧) فتختصر فترة الحياة ويتراوح معدل الذكاء ما بين أقل من ٢٠ وأقل من ٦٥ ولذلك تمثل هذه القيم التأخر العقلي أو البلاهة . وفي كثير من الأحيان يسلك هؤلاء الأفراد سلوك السعداء والأصدقاء ويكونون أيضا عيين ومقلدين . ودرس دنجمان Dingman (١٩٦٨) اختبار انمظهر السيكولوجي للمرضى بداون سيندروم ولاحظ عدم وجود اختلافات سلوكية منتظمة بين الأفراد المصابين

بلون سيندروم والمصابين يتخلف عقلي ولكن يبدو أن الاختلافات التي سجلها ترجع إلى شدة التخلف العقلي .

وجود كروموسوم زائد رقم ٢١ (أو مجموعة G كروموسوم لأنه حتى الآن لا يوجد اختلافات ظاهرية مميزة بين زوج كروموسومات ٢١ و ٢٢) يرجع في كثير من الأحيان إلى خطأ أو أخطاء في الانقسام الميوزي (هنجر فورد Hungerford ١٩٧١ و هنجر فورد ، Hungerford et al. ١٩٧١) وبالنسبة للأدلة الحالية المتاحة أن الكروموسوم المتعدد هو في الواقع رقم ٢٢ . وهذه الأدلة تعتمد على الطول وكذلك من الشكل البيضاوي للكروموسومات المدروسة في نسيج أثناء أحد أدوار الانقسام الميوزي المعروف باسم الدور الضام عندما تصبح الكروموسومات قصيرة وسميكة نسبيا . وقد ينشأ الكروموسوم الزائد الذي يميز داون سيندروم من عدم الانفصال . ومن المرجح أيضاً أن عدم الانفصال قد يقتصر على الإناث ولذلك يزداد معدل الأفراد المصابة بسرعة عمر الأم . معدل وجود أطفال مصابة بـ داون سيندروم في عمر ٤٥ سنة للأم عند الحمل يكون تقريبا من ١ : ٥٠ وذلك بالمقارنة للأم عمرها ٢٠ سنة يكون المعدل ١ : ٣٠٠٠ . وقد ترجع الزيادة في عدم الانفصال نتيجة تغير البيئة للخلايا البيضية (البيض) يتقدم العمر (ولزيد من التفصيلات يرجع إلى بنروز 1963 Penrose) . وقد توجد كسور كروموسومية في نسبة ٢٪ من الأفراد المصابة بـ داون سيندروم مثل الانتقالات التي تشمل كروموسوم G الصليبي الشكل . وهناك مثال على أن هذه الأعراض تظهر في أشخاص بها ٤٦ كروموسوما فقط بلون وجود كروموسوم زائد . ويؤدي هذا إلى اقتراح أن هذا الفرد به اثنين من أزواج G الكروموسومية وكروموسوم من D طويل زائد (كروموسوم ١٤ أو ١٥) ، ويؤدي الانتقال إلى تشكيل كروموسوم كبير محتويا على معظم المادة الوراثية الموجودة منهما (أى في G, D) . ولنا فالمرضى يحملون المادة لثلاث كروموسومات G كما يحدث من خلال عدم الانفصال . وإذا كانت الانتقالات التي تورث هي المسببة لـ داون سيندروم فإنه من المتوقع وجود مظهر عائلي للتوارث للأفراد التي بها ٤٥ كروموسا . وعلى الجانب الآخر فإن نصف هذه الحالات تمثل طفرات جديدة كبيرة .

وجدير بالذكر أن دوام سندروم لا يقتصر على الإنسان فقط . حيث أمكن اكتشاف أعراض تشبه داوون في نوع من الشمبانزى المسمى Pan troglodytes (ماك كلير وبلدن Pieper, McClure, Belden ١٩٦٩) . ويبين شكل ٤ - ٥ التركيب الكروموسومي لحالة الأنثى المدروسة ، وشكل ٤ - ٦ يوضح نتائج اختبارات السلوك

التي تبدل على تأخر في النمو وكذلك الجنس في هذه الأنثى الصغيرة وذلك بالمقارنة بحيوانات مرباه من نوعها . فهي تكون غير نشطة وتبقى غير قادرة على أن تنتصب أو تتجول حتى عمر ٤٠ أسبوعا . ويوصى بمثل هذه البحوث التي تحوى نماذج حيوانية في نفس ظروف الإنسان لاستخدامها المثمر بعض الوقت بعلماء وراثة السلوك وكذلك الباثولوجيين .

التغيرات في كروموسوم الجنس

يكون معدل التغيرات في جميع طرز كروموسوم الجنس ٢١ في كل ١٠,٠٠٠ مولود حتى (في الذكور ٢٧ في ١٠,٠٠٠ في الإناث ١٥ في ١٠,٠٠٠) (روبينسون ولبس وبرجسما Robinson, Lubs and Bergsma ١٩٧٩) . وتطبيق هذا المعدل بالنسبة لتقدير



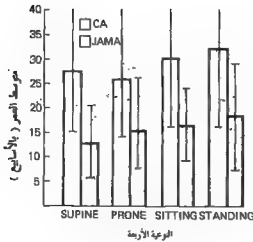
شكل ٤ - ٥ التركيب الكروموسومي لخلايا الدم في شيبانزى للأنثى كروموسوم ٢٢ حيث يظهر تأخر عقل وصحات أخرى تتعلق بذاون سيندروم في الإنسان (بإذن من الدكتور هارود ملك كليلر مركز بحوث الرنزيبيات بيركر - جامعة امورى بأتلنتا

(Dr Harold McClure, Yerkes Primate Research Center, Emory University, Atlanta,

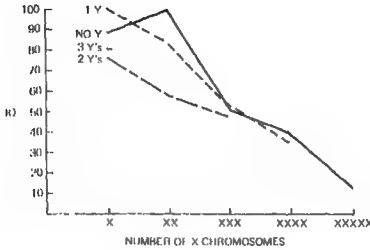
Ga)

أو إحصاء العشيرة العالمة التي تبلغ ٤,٥ مليون (وبافتراض علم تباين الوفيات) يؤدي إلى توقع أن ٩,٥ مليون إنسان باتساع الكرة الأرضية بهم شنوذ في كروموسوم الجنس . وتوضح الخلاصة العامة أن التغيرات في الكروموسومات الجسمية في كثير من التأثيرات الخطيرة (مظهرية وسلوكية) عما تحدثه التغيرات في كروموسوم X أو Y (ولكن انظر شكل ٤ - ٧) . وسوف نعرض مؤخرًا في هذا القسم اقتراحًا لتفسير ذلك .

يتصف تيرنر سيندروم أو ما يعرف بشنوذ الغدة التناسلية (شكل ٤ - ٤ في الوسط و ٤ - ٨) بوجود كروموسوم X واحد ، ولذلك فيصير التركيب الكروموسومي ٤٥ كروموسوماً (يكتب XO) . ويكون مظهر الأفراد التي بها أعراض تيرنر إنثاء . أما من حيث السلوك فيتصفوا بوجود توتر عصبي ومستوى عادي من الذكاء ، ولكن ينقص معين شكل ٤ - ٦ ، ٤ - ٧ ، ٤ - ٨ أو ما يمكن أن يطلق عليه درجة من العمى المسافي أو أكثر دقة قصور خلقي جزئي في القدرة الحسية (شافر Schaffer ، ١٩٦٢ ، Money ، ١٩٧٠) .

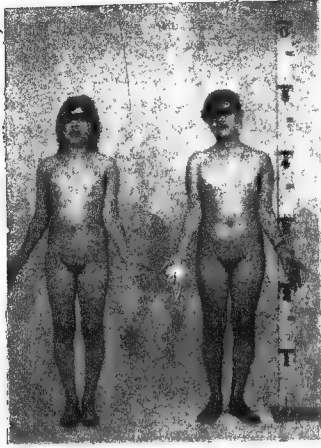


شكل ٤ - ٦ : تطور السلوك في فيبازي ثلاثي الكروموسوم (حاملًا) مقارنةً بمتوسط العمر الذي تم فيه ٥٠٪ من أفراد المجموعة المقارنة (١٤ فردًا من CA) اختبأ سلوكيًا مصنفة في أربعة نوعيات .



شكل ٤ - ٧ تغيرات كروموسوم الجنس ومعامل الذكاء . التأثيرات على معدل معامل الذكاء في المتضاعفات الغير منتظمة لكروموسوم الجنس (جمعت بواسطة فاندينبرج Vandenberg ١٩٧٢ عن مورر Moor (١٩٦٧) .

تتصف أعراض كليفلتر المتلازمة (شكل ٤ ٤ أسفل) بزيادة في كروموسوم X وبذلك يكون التركيب الكروموسومي ٤٧ كروموسوما (يكتب (XXX) ، مظهره ذكر ولكن يكون عادة عقيم وذو شهوة جنسية ضئيلة . وهم غالبا غير أكفاء اجتماعيا ، ويمثل ذلك في هجرهم المدرسة وغير ذلك من النشاطات المستلزمة للتعامل الاجتماعي . وبعض الذكور XX٧ تبدو أكثر من مجرد عدم الالتزام ويتكون لديهم عداء للمجتمع ، وقد يحتاجون إلى إصلاحيات . وكثير من التقارير تدل على تميزهم بالسلبية والاعتدال على الغير والجد عن الواقع ، وكما يتميزون بمحدودية اهتماماتهم وضعف قدرتهم على التحكم في إنفعالاتهم (الاندفاع) . وتعتبر أعراض كل من كليفلتر وتيرنر من أكثر التغيرات الكروموسومية الجنسية انتشارا . وتشمل هذه التغيرات الإضافة والنقص لكل الكروموسوم المصحوبة بنوع من التأثيرات الجسدية الضئيلة بالمقارنة بتلك الخاصة بأعراض داون . وتحدث أعراض تيرنر بمعدل ٢ في كل ١٠,٠٠٠ مولود جديد أما بالنسبة لأعراض كليفلتر فتصل إلى حوالي ٩ - ١٣ لكل ١٠,٠٠٠ مولود جديد .



شكل ٤ - ٨ توأم صنوانية تركيبهما الكروموسومي ٤٥ و XO كروموسوم وتعطى اعراض ثيرنر (عن ب . ل . ريكهوف وآخرين . P.L. Riekhof, et al. ١٩٧٢ . توأم صنوانية بارعاض ثيرنر . Am.J. Obstet.

Gynecol. 112 : 59 - 61

ويبلغ زوج التوأم المصورة في شكل ٤ - ٨ من العمر ١٧ عاما عند أخذ الصورة . وتتميز الفتاتان بقصر القامة بالرغم من تمتعهما بعقل راجح وصحة جيدة (وقد حصلنا على الشهادة الثانوية كمتوسط الطلاب) . ولكن لم يبيض بعد ولا يمكن فحص الرحم في أى بنت وحتى بعلاج الثيرويد لم يمكن استحداث الطمث وأعراضه . بالرجوع إلى موني وميتنتال ١٩٧٠ Mittenhal, Money .

بالنسبة لعدد من مظاهر الإصابة التي قد تكون لها علاقة بأعراض تيرنر المتلازمة نجد أنه لا يحدث طراز عدم التقدير المسافي في ١٠٠٪ من الحالات (ولكن في حوالي ٧٥٪) وبدرجات مختلفة من الشدة . والتفسير الأكثر احتمالاً أنه نتيجة خلل وراثي للأعراض المتلازمة يؤثر على نمو ووظيفة قشرة المخ . وفي اختبار الذكاء يظهر الحلل في المكون الغير لفظي العددي حيث لا تتأثر المقدرة اللفظية . وقد يكون هناك تأثير آخر مباشر للوراثة على السلوك في المصابين بأعراض تيرنر المتلازمة حيث يتعلق ذلك اساساً بالشخصية ، ولا يوجد اتفاق على وصف شخصية البنات المصابات بترنر . الاسم المناسب للشخصية ، والذي يمكن تصنيفه على أنه قصور في إيقاظ العاطفة ، يتضمن أشكال مثل الإعاطة وعدم المبالاة وتبدل الإحساس والبطء في أخذ المبادأة وكذلك تحمل الخن .

أما بالنسبة للتأثيرات غير المباشرة للوراثة على الشخصية في أعراض تيرنر المتلازمة فتكون من خلال الشكل المظهري والأداء الوظيفي للجسم ، يبدو ذلك من صورة الجسم وتفاعل الشخص مع بيئته الاجتماعية . والمشكلة الأولى التي تشارك فيها جميع البنات المصابات بترنر هو قصر القامة وتحدث في عمر مبكر ، أما المشكلة الثانية والمشاركة أيضاً بين كل المرضى هي الفشل في الوصول إلى البلوغ . وتشكل التشوهات التجميلية في أسوأ حالتها مشكلة معقدة ولكنها تكون شديدة في حالات قليلة . ومهما تكن تأثيرات التشوهات التجميلية من سوء فإنها تختلف عن القصر وكذلك البلوغ الطفولي في بعد واحد : القصر والمظهر الجسماني الطفولي (infantilizing) يكون هما استجابة اجتماعية لإناس من كل الأعمار . ولذلك فإن التأثيرات الرئيسية الغير مباشرة للوراثة على الشخصية في أعراض تيرنر تتمثل في تقليل حد التأخر في النمو الاجتماعي . وكلما قربت الأفراد من الوصول إلى مرحلة البلوغ كلما زادت مواقف المواجهة والضغط مما يؤدي إلى إعاقه نضجها الاجتماعي .

من الملاحظ أن التباين النفسي الجنسي الراجع إلى غياب أو إتلاف كروموسوم X في كل (أو بعض) خلايا الجسم في الأفراد ذات أعراض تيرنر لا يتدخل مع تميز جنس هذه الأفراد الأنثى ، ولا يضر أو يعوق هذا التميز بغياب الغدد وهرموناتها في حياة الجنين . ومن الضروري إعطاء علاج بهرمون الاستروجين لإكمال النضج الجنسي للجسم من المراهقة إلى النضج الكامل حتى تتضح المظاهر الجنسية للإناث . ومن الضروري أيضاً إعطاء أدنى حد من الإرشاد السيكولوجي بخصوص تأجيل استروجين المراهقين لصالح إحتال الزيادة المطردة في طول البالغين .

ولا يوجد تأثير مباشر أو معاكس للإعاقه الوراثية والهرمونية لأعراض تيرنر المتلازمة (للطفل أو البالغ) على اهتمامات المرضى أو قدرتهم على الزواج ولا حتى أمومتهم للأطفال . وعلى النقيض يكون لمرضى تيرنر انحرافات جنسية وأهتمامات أمومة مثل أقرانهم الطبيعيين .

والسيكولوجية المرضية ليست من المظاهر المؤكدة لأعراض تيرنر المتلازمة ولذا فهي تحدث كما تكون في عشيرة منتخبة اعتباريا . والأعراض الباثولوجية الشخصية في الآباء أو حتى عدم المقدرة على مواجهة تبعات التشخيص تمثل مصدر الخطورة الأكبر على المدى الطويل . وتأثير ذلك بالنسبة للناحية النفسية للبت المصابة يفوق ما يحدثه النقص الحقيقي المحتمل في أعاقه نموها الجسمي .

لاحظ كامبل ومعاونوه Campbell and coauthors (١٩٧٢) أن حدوث اضطرابات نفسية في أعراض كلينفلتر المتلازمة تكون أكثر بكثير مما في العشيرة العامة (والأمثلة على ذلك وجود اعتلال جسدى يؤدى إلى نوبات مرضية واضراب في الكلام وشذوذ في رسم موجات المخ بالإضافة إلى انفصال في الشخصية وحالة من الجنون وكذلك إنحراف في السلوك الجنسي) .

قص الدارسون القصة الحزينة لأصغر طفل كلينفلتر معروف (٣ سنوات) ، الذى وضع في مستشفى للأمراض النفسية ، وشمل سلوكه نوبات غضب غير مؤذية ونشاط مفرط بشكل مرضى وكذلك إشاحة النظر وإسالة اللعاب ، بالإضافة إلى أن فترة الانتباه تكون وجيزة . ويكون مقطب الجبين مع قلة في التعبيرات وغالبا ما يتحدث في عدوانية عند إزعاجه (بدرجة يمكن علاجها) ضد أبوية أو حتى تجاه جسده ، وكمثل لهذا شد الشعر والتفوه اللفظي بلون وضوح وحك الجلد حتى التقرح وقسوة في ضرب الرأس هذه المظاهر كلها هى التى يمكن بها تميز الأولاد ذات الهيئة الكروموسومية XXY . وعند إبلاغ أبوية بالسبب البيولوجى بدأ وكان ذلك خفف عنهما الشعور بالأثم .

ومعظم الدراسات يجب أن تأخذ في اعتبارها سلوك القطط السلحفائية التى يكون تركيبها الكروموسومى XXY (غالبا عقيم) وأنثى الفأر XO (تكون خصبة دائما) ، وذلك كما أوصى مورتون Morton (١٩٧٢) حيث (XX = أنثى و XY = ذكر في الثدييات) . وقد قرر ليوسفر Lucifer أنه في حالة أحد القطط السلحفائية XXY لم يكن له ميل جنسى ، ولذلك فقد نظر إليه من ذكور القطط الأخرى كما لو كان قططة . ولا يزعج وجوده هذه الذكور حتى في موسم التزاوج (بامير وهردمان Bamber and Herdman ١٩٣٢) . وهذه القطط ليست كلها عقيمة (جودو سيرل Jude and Searle ١٩٥٧ ، وأنظر أيضا ثولين Thuline ونورى Norby - ١٩٦١) . وأحد القطط الذكور السلحفائية الشاذة أعطت ٦٥ فردا بينهم اختلافات سلوكية .

لاحظ أيضا التقرير الخاص بتلازم النمو القاصر للخصية مع هيئة كروموسومات

الجنس XXY في كبشين . وهي حالة في في الأغنام تناظر أعراض كليفنتر المتلازمة (بريير Bruere ومارشال Marshall وورد Ward ١٩٦٩) . والكبشان لم تكن بينهما علاقة قرابة ولكن بكل منهما توقف في نمو الخصية ، حيث تضمر جدا ، وتظهر شهوة جسمية ذكرية قوية تجاة النعاج في دورة نزوية مؤدية إلى القيام بالمظهر الحركي للمقدف . ويوجد أيضا فيران متضاعفة غير منتظمة . وفي مقال جيد استعراض راسل Russell (١٩٦١) وراثة الجنس في الثدييات بالنسبة لوجود XXY, XO في الفيران وليس على سلوكهم . والطرق المتقدمة المستخدمة حاليا مثل طريقة قياس الإشعاع الذاتي تسمح باكتشاف نقص متناهي في الصغر وزيادات وكذلك إنقلابات كروموسومية . وربما تستحدث مجالات جديدة الآن لتعيين مكان الجين الذي يغير السلوك بدون تغير مظهرى وتشريحى . كما ذكر أنفا في بداية هذا القسم أن نقطة الانطلاق بدأت في الاسان . وماذا عن سوء ذكور XYY في الانسان ؟ وقد كتب بريس Price وهوات مور Whatmore ١٩٦٧ التقرير التالى حول إحدى المستشفيات الأمنية في اسكتلندا .

جميع المرضى المقبولين في هذه المستشفى شخصياتهم شديدة الانحراف ، فالبعض به تلف في المخ يجعه مختلف حالات العدوى . والآخرون بهم صرع . ويعانى البعض الآخر من شدة العتوة . أكبر مجموعة من المرضى لا يعرف سببا لإختلال شخصياتهم . ويقسم الرجال جميعا إلى هذه الفئة تبعاً للهيئة الكروموسومية XXY . وانتخب ثمانية عشر فردا اعتباطيا من هذه المجموعة وذلك لمقارنتهم بتسعة ذكور أخرى من التركيب XYY . سبعة عشر من الثانية عشر ذكرا أسابقه ابدوا التركيب الكروموسومى الجنسى XY . والفرد الباقى كان في السابعة والعشرين ، لم يبد الرغبة (الرغبة) في فحصه عند عمل المسح الكروموسومى .

تختلف ذكور XYY اختلافا بينا عن ذكور المقارنة XY في ثلاثة اتجاهات هامة . أولا ، بالرغم من أنه للمرضى من المجموعتين سجلات جزائية للمد متقاربة ، فإن سجلات الذكور XYY تتضمن قليل من جرائم العنف ضد الأشخاص ، ولذلك فقد أدين التسعة ذكور XYY في اثنتين وتسعون حالة من بينها ثمانية فقط (٨,٧ ٪) كانت بسبب جرائم ضد الأشخاص بينما كانت واحدة والثانون حالة (٨٨,١ ٪) ضد الممتلكات . وذلك بعكس الثانية عشر ذكرا المنتخبين للمقارنة ، فقد ادينوا في ٢١٠ حالة منهم ست وأربعين حالة (٢١,٩ ٪) بسبب جرائم ضد الأشخاص ، بينما كانت ١٣٢ (٩٢,٩ ٪) حالة لإرتكاب جرائم ضد الممتلكات . ثانيا ، يتضح السلوك الشاذ للمرضى بالتركيب XYY في عمر مبكر . ويتعكس هذا على متوسط العمر عند أول ادانته حيث يكون ١٣,١ سنة وذلك بالمقارنة بمتوسط عمر ١٨ سنة لمرضى مجموعة المقارنة ، هذه الاختلافات مؤكدة

على مستوى ٥٪ . ثالثاً ، يقوم الأشقاء في عائلات أفراد XYY بارتكاب جرائم بدرجة أقل من أشقاء أفراد مجموعة المقارنة . وقد سجلت أداة واحدة فقط من بين واحد وثلاثين من أشقاء المرضى ذوى التركيب XYY ، بينما أمكن تسجيل ما لا يقل عن ١٣٩ جريمة لاثني عشر فرداً من بين ثلاثة وستين من نسل آباء مجموعة المقارنة .

ومن المحتمل أن يعكس توزيع معامل الذكاء بين الذكور XYY التوزيع في مرضى المستشفى ككل . قد اعتبر سبعة منهم في مستوى عقلي أقل من العادى . ومما يجدر إليه مظهر السلوك بين الاثنين ذوى معامل الذكاء اللذان لا يبديان إنخفاضاً غير عادى ، حيث لوحظت مطابقتها لسلوك السبعة الآخرين .

والصورة التى تظهر من اختبارات الذكور XYY المحتجزين في مستشفى الولاية انهم عديمى المسؤولية وغير ناضجين ، كما أن عنادهم يستدعى الاهتمام في سن مبكرة جداً

ومن الواضح عموماً أن الخلفية العائلية ليست مسئولة عن سلوكهم . وهم يدخلون بسرعة في صراع مع القانون ، ويستهدف نشاطهم الإجرامى أساساً الممتلكات ، برغم ذلك فهم قادرون على القيام بالعنف ضد الأشخاص إذا استهزؤا أو قووموا . وقتلهم في الاستجابة للمقاييس التصحيحية يؤدى إلى امتداد احتجازهم والتحفيز عليهم في سجون خاصة في عمر مبكر عما هو معتاد لنوع الجرائم المرتكبة .

ولكن هل هذه هي الخلاصة التى توصل إليها الكثرة على وجه السرعة كما حذرا لفتين Leviten ومونتاجى Montagu (١٩٧١) ؟ وهل الصفة الوحيدة المتسقة نسبياً والمشاركة في ذكور XYY كونهم أزيد طولاً في المتوسط ؟ . لقد أوضح Sutton (١٩٧٥) أن حصراً مصنفاً للذكور حديثي الولادة إدى إلى اقتراح أن XYY قد تحدث في جنود ١ - ٤ لكل ١٠٠٠ مولود حى . وليس هناك علاقة لهذا المعدل بمعدلات ظهور الأطفال المسببة للمتعاب أو حتى الأكثر طولاً والأقل ذكاءً . ويلاحظ أن حدوث XYY يتم في غياب انتقال التغيرات الكروموسومية من الآباء إلى الأبناء الذكور (ملينك وآخرين ١٩٦٩ Melnyk et al) وكذلك أيضاً فنحن مضطرون إلى اعتماد التقرير المقدم من جاردنر ونو Gardner and Neu ١٩٧٢ بعنوان « الأدلة الرابطة لكروموسوم Y الزائد بالسلوك الاجتماعى المرضى » والذي ينصح فيه الحامون وعصبتهم بأخذ أدلة هذا « الارتباط » في الاعتبار عند تحديد المسؤولية القانونية . (يجب أيضاً أخذ الذكور المسببة للمتعاب XYY في الاعتبار ولكنها في الواقع نادرة جداً) .

ويستخلص هامرتون Hamerton (١٩٧٦) مايلي :

تلخيصا للمعلومات حول الذكر XY٧ فإن حوالى ١ / ١٠٠٠ ذكر من العشيرة عموما يكون تركيبها XY٧ ويبلغ في أماكن التحفظ الأمنى حوالى ٢٠ / ١٠٠٠ . وبالتالي فالملاحظات الأصلية لجاكوب وآخرين Jacobs et al (١٩٦٥) عن الزيادة في الذكور XY٧ في هذه المجموعات قد تأكدت بدرجة كبيرة . وبالإضافة ، فإن البيانات المتاحة تدل على وجود اختلافات نفسية بين ذكور XY٧ البالغين والغير موجودين بالمؤسسات السابقة وبين اقربائهم XY .

وقد دلت هذه الاختلافات على أن الذكور XY٧ أقل مقدرة على التحكم في المسلك العدواني الطبيعي للذكور في مواجهة المواقف المحبطة أو المثيرة . كما أنهم أكثر اندفاعا وأقل نضجا من الذكور XY . وهناك بعض الأدلة عن المعادلات الزائدة للصعاب السلوكية وعدم القدرة على التعلم بين الأطفال ذوى التركيب الكروموسومى المذكور . وحاليا يمكن أن يقال القليل عن الطفولة المبكرة XY٧ لأن المتابعة المستمرة لم تخر على عدد كاف من الأطفال لإمكان استخلاص النتائج المقنعة . وأخيرا فإن من الواضح أن القلة القليلة من ذكور XY٧ يقضون جزءا من حياتهم في أماكن تحفظ آمنة . وهناك القليل من الشك أن يكون هؤلاء الذكور أو بعضهم عرضة للخطر أكثر من اقربائهم ذوى التركيب XY . وقد يرجع هذا للتأثيرات البيئية المتباينة التى تتداخل مع التركيب الكروموسومى XY٧ .

ويدل شكل ٤ - ٧ بوضوح على أن هناك حالات أخرى للشذوذ في تركيب كروموسومات الجنس بإضافة إلى ما قد سبق اعتباره ذا تأثير سلوكى . تظهر التركيبات XXXXY, XXXY اعراض كلينفلتر المتلازمة - حيث يتناسب إنخفاض معامل الذكاء IQ طرديا مع زيادة عدد كروموسومات X عن اثنتين . ويحدث نفس الانخفاض في معامل الذكاء في الإناث XXX, XXXX وأيضا XXXXX . الإناث ثلاثية كروموسوم X تحدث بمعدل ٦ في ١٠,٠٠٠ وتظهر مقدرة عقلية أقل من المستوى الطبيعى . وتظهر القليل من الإناث التى أبدت التركيب XXXX, XXXXX نقصا عقليا شديدا .

وتكون الإناث ثلاثية كروموسوم X خصبة : ومن المتوقع أن يكون مظهر أطفالها بالتركيب الكروموسومى ٤ - ١ XX : ٤ - ١ XXX : ٤ - ١ XXX ومع ذلك نجد أن التركيب الكروموسومى XXX, XXX شاذ ونادر في نسل الأنثى ثلاثية X ، وربما ينتج هذا من توجيه الانزوال الميوزى حيث يذهب كروموسومات من X إلى الجيم القطبى عديم الوظيفة ، بينما يذهب الكروموسوم الثالث إلى نواة البيضة . ويوجد نقص مشابه غير متوقع في التركيب الكروموسومى الشاذ في نسل ذكور XY٧ وعلى ذلك

فتأثير عدم الانفصال لا يستمر كثيرا عبر الأجيال في نسل هذه الأفراد الخصبية ذوى التركيب الكروموسومية الشاذة .

والفترة الأخيرة للاختلافات الكروموسومية التي يجب أن توضع في الاعتبار هي الموزايكية (البرقشة) الوراثية التي تحدث نتيجة عدم الانفصال في الخلايا الجسدية مما يؤدي إلى تكوين أنسجة خلوية متجاورة مختلفة التركيب الكروموسومي . فالبعض يكون تركيبها أنثوى مبرقش (XO / XX) والبعض بين - جنسى مبرقش (XO / XY) ، ويعطى جدول ٤ - ٣ فكرة عن الطرز المعروفة . وتكون الأشكال المظهرية الناتجة واضحة الاختلاف . حيث يتوقف ذلك على نسبة النسيج المختلف كروموسوميا في الأفراد ، الذى يعتمد بدوره على الوقت الذى يحدث فيه الانقسام أو الانقسامات الخلوية الشاذة أثناء النمو ، وكذلك موضع الأنسجة الشاذة في الجسم وما يتبع ذلك من هجرة خلوية - وأخيرا على الصدفية البحتة . بالنسبة للخلايا المبرقشة متباينة الجنس . والتي توصف بالذئذات gynandromorphs ، يعتمد حدوث الحالة بين جنسية فيها على العوامل التي ذكرت سابقا . وبعض هذه الحالات الغير مرغوب فيها يمكن تصحيحها جزئيا وذلك بإزالة الغدد أو بالمعاملة الهرمونية لتعديم تعبير جنس واحد فقط .

ويبدو أن التغيرات العديدة في الكروموسومات الجسمية لها تأثيرات أكثر شدة على السلوك عن تلك التي تحدث نتيجة للشذوذ التركيب كروموسومي X أو Y . يتضح ذلك بمقارنة ما سبق بأعراض داون التلازمية مثلا . وزيادة على ذلك فيوجد نقص واضح بالنسبة للأفراد ثلاثية الكروموسوم بالنسبة للكروموسومات الجسمية الكبيرة ، ويفسر بفقد مثل هذه الأفراد ضمن الأجنة المجهضة .

في نسبة من خلايا الأم العادية (XX) ولكن ليس في الخلايا الذكرية (XY) هناك أجسام كروماتينية موجهة من DNA توجد عند الغشاء النووي وقد سميت باسم مكتشفها (بار Barr ١٩٥٩) .

جدول ٤ - ٣ موزيكيات حالة الموزايك (التبرقش) بالنسبة لكروموسومات الجنس في الانسان .

الإنث	الذكور	المنتهت (خليط في الجنس)
XO/XX	XY/XXY	XO/XY
XO/XXX	XY/XXXY	XO/XXY
XX/XXX	XXXY/XXXXY	XO/XXY
XXX/XXXX	XY/XXY/7XXYY	XX/XY
XO/XX/XXX	XXXY/XXXXY/XXXXXY	XX/XXY
XX/XX/XXXX		XX/XXYY
		XO/XX/XY
		XO/XY/XXY
		XX/XY/XXYY

المصدر : سيرن Stern ١٩٧٣

ويمكن مشاهدة أجسام بار (Barr ١٩٥٩) في عديد من أنسجة الإناث بما فيها البشرة والغشاء المخاطي للفم وكذلك السائل الأمنيوسي الذي ي محیط بأجنحة الإناث . وقد افترض ليون Lyon (١٩٦٢) وآخرون أن جسم بار يمثل كروموسوم X غير نشط . والأفراد التي بها أكثر من كروموسوم واحد يشاهد بخلايا أجسام كروماتينية جنسية وتسمى بموجة الكروماتين الجنسي ، بينما الأفراد التي بها كروموسوم واحد من X تكون سالبة بالنسبة لوجود كروماتين الجنس بمعنى آخر بأنه بغض النظر عن عدد كروموسومات X فإن واحد فقط يكون كامل النشاط أما الباقي فيكون بصورة عامة غير نشط ، بالرغم من ذلك فالأفراد المحتوية على ثلاثة كروموسومات X أو أكثر (شكل ٤ - ٧) . يكونون على درجة من التخلف العقلي - وعموما فإن القاعدة هي :

عدد الأجسام الكروماتينية الجنسية (بار) = عدد كروموسومات X - ١ . ومن القواعد الأخرى الخاصة بتعيين الجنس في الانسان ، التي لم تعالج حتى الآن في هذا المرجع ، أنه بغض النظر عن عدد كروموسومات X فإن وجود كروموسوم Y يؤدي إلى الشكل المظهرى الذكري (حتى في حالة الشواذ كما في حالة أعراض كلينفلتر المتلازمة)

وليس من المستغرب أن حدوث الأفراد XYY بدون تغيرات مظهرية كبيرة يرجع إلى وجود قلة من الجينات معروفة على كروموسوم Y . وتكون الأفراد بأعراض تيرنر

المتلازمة إناثا بدون أجسام بار . وفي حالة أعراض كلينفلتر المتلازمة بالتركيب XXXX فيكون من المتوقع وجود اثنين من أجسام بار . ويمكن دراسة هذه الأجسام نتيجة سهولة صبغ الخلايا المأخوذة من الغشاء المخاطي للضم حيث تقدم أجسام بار معلومات عشوائية هامة بالنسبة لمعدل الذكور والإناث الشاذة ، على الأقل تلك الشواذ المتعلقة بكروموسومات الجنس .

ملخص

يؤثر على السلوك طرازان رئيسيان من التغيرات الكروموسومية :

- ١ - الانقلابات ؛ حيث لتكون بعض الجينات على الكروموسوم في نظام عكسي بالمقارنة بالحالة القياسية .
 - ٢ - تغيرات الأعداد الكروموسومية ؛ حيث توجد كروموسومات زائدة أو ناقصة .
- في انواع معينة من الدروسوفيليا توجد عشائر متعددة المظهر من حيث وجود الانقلابات . وكثيرا ما يكون الخليط لهذه الانقلابات أكبر ملاءمة عن نظيره الأصيل . ويطبق هذا في معظم الأحيان على الانتخاب الجنسي الذى يتحكم فيه التركيب الوراثي للذكر .

وقد درست التغيرات التلقائية للأعداد الكروموسومية في انسان عليل . فإذا وجدت مادة أحد الكروموسومات الجسمية ثلاث مرات بدلا من الحالة الثنائية العادية ، فإنه ينتج عدم إتران في الهيئة الكروموسومية ، ويؤدى إلى التأخر المعروف بأعراض داون المتلازمة . بدراسة كروموسومات الجنس نجد أن الأفراد التى بها كروموسوم X إضافي تعطى ذكرا عقيما تركيبه XXV بأعراض كلينفلتر المتلازمة ، والأفراد التى بها نقص في zx يكون تركيبهم XO وتكون إناثا عقيمة بأعراض تيرنر المتلازمة . والتغيرات الأخرى في كروموسومات الجنس تتضمن وجود ذكور XYV التى تميل إلى أن تسلك سلوكا اجتماعيا مرضيا sociopathic ، وإنثا XXX التى يميل فيها معدل الذكاء إلى الانخفاض عن الإناث XX ، وحالات التبرقش الوراثي التى يختلف فيها المحتوى الوراثي لخلايا الخطوط الخلوية المتجاورة في أنسجة الفرد .

الفصل الخامس

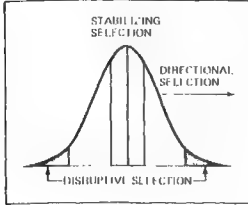
تعدد الجينات والسلوك

هذا الفصل يدخل بنا إلى الحالات الوراثية الأكثر تعقيدا حيث يتضمن بداية دراسة الصفات الخاضعة لتحكم وراثي أعقد عما هو الحال في الصفات الخاضعة لجينات أو كروموسومات محددة ، والتي تتبع طبيعة توارثها بدراسة نتائج الانعزالات .

٥ - ١ الوراثة الاحصائية الحيوية

يستدعى تحليل تباين الصفات المعقدة أن تستخدم طرق ووسائل الوراثة الكمية . والهدف من ذلك هو فصل التباين الكلى إلى مكونين : الوراثة والبيئي . وتقع بعض الصفات في مرتبة متوسطة ، حيث تكون محكومة جزئيا بجينات يمكن تتبع انعزالها وجزئيا كنتيجة للتباين الذي يجعل هذا التبع مستحيلا . وبالتالي فنحن نتجه بشكل أساسي نحو الصفات التي يعتمد توارثها على العوامل أو الجينات المتعددة . وفي بعض الحالات ، كما يتضح لنا ، يمكن باستخدام طرق خاصة أن نحدد مواقع الجينات المسؤولة عن صفة كمية معينة في كروموسومات معينة أو حتى في مناطق معينة من الكروموسومات . تتمثل إحدى الطرق الرئيسية في استخدام تجارب الانتخاب المباشر **directional selection** التي تنتخب فيها الأفراد الواقعة في أقصى الطرفين (العالي والمنخفض) بالنسبة لمنحنى توزيع الصفة المدروسة ، وذلك على أمل تكوين خطوط عالية أو منخفضة في الأجيال التالية (شكل ٥ - ١) .

فإذا ما كان للصفة أساس وراثي فلا بد أن تكون هنالك استجابة للانتخاب ذلك لأن انتخاب الأشكال المظهرية المتطرفة يتضمن بالتبعية انتخاب جزء من التراكيب الوراثية . ولمعرفة الاعتبارات النظرية لذلك (الغير وارد تفصيلها هنا) يمكن الرجوع إلى فالكونر



شكل ٥ - ١ : الانتخاب الموجه والموزع
والثابت . ينتج أقسام التوزيع الطبيعي للعشيرة
المفصلة للنظم الانتخابية الثلاثة .

Falconer (١٩٦٠) ولى وبار سونز Lee & Parsons (١٩٦٨) .

لم تجر أعمال كثيرة لربط التأثيرات بالمواقع الكروموسومية في حالة الصفات الكمية باستثناء ما تم في أنواع معينة من الدروسوفلا . فمن مميزات بعض أنواع هذا الجنس (١) أن كروموسوماتها معلمة جيدا بجينات وقعت أماكنها بدقة ، وبالتالي يمكن استخدامها في التحليلات الوراثية ، (٢) وأن فترة الجيل التي تتراوح بين ٢ - ٣ أسابيع تسمح بإتمام برامج تربية معقدة نسبيا في زمن معقول . فعندما نعرف أن الفئران تنتج ٤ - ٥ أجيال فقط في العام الواحد ، يبدو بوضوح سبب قلة الدراسات الوراثية المفصلة للصفات السلوكية في الثدييات ، بما في ذلك الإنسان ، وذلك إذا ما قورنت بالدراسات الاحصائية الحيوية .

وكمؤشر لتباين الصفات السلوكية التي اتضح أنها محكومة بالجينات المتعددة نسوق الأمثلة التالية :

- أنواع الدروسوفلا : النشاط الحركي ، الانتحاء الكيميائي ، مدة الاقتران ، الانتحاء الجغرافي (الحركة الموجهة بالجاذبية) ، سرعة التزاوج ، الاستجابة البصرية ، الانتحاء الضوئي ، الزهو ، ومستوى العزل الجنسي داخل وبين الأنواع ، والدليل على التوقيع الفعلي لنشاط معين على الكروموسومات يوجد بالنسبة لدورية التزاوج والانتحاء الجغرافي ومستوى العزل الجنسي .

- القوارض : (الفئران والجرذان وخنازير غينيا بشكل أساسي) : القابلية للإصابة بالصدمات السمعية ، سرعة الجري والنشاط ، الدافع الجنسي ، التبكير أو التأخير في بدء التزاوج ، التخلص الحسي (التبرز والتبول) ، القتال ، تفضيل الكحول ، وكثير من قياسات التعلم كالتصرف في المناهضة بهدف الوصول إلى الغذاء أو اتقاء الصدمات عن

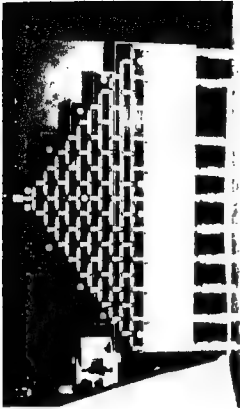
طريق الاستجابة لإشارة ما (ضوئية أو صوتية) . وبينما لم يتم الدراسة على مستوى المواقع الجينية إلا في قليل من الحالات ، نجد أن حالات التباين الوظيفي والبيوكيموى المصاحبة للسلوك قد تمت دراستها .

● الإنسان : تعرف جينات رئيسية معينة بمسئوليتها عن بعض صفات الإدراك الحسى ، مثل عيوب التنوق وعمى الألوان . وفي النطاق الطبيعى لصفات مثل الذكاء ، الحالة المزاجية ، السلوك العاطفى ، القدرات الخاصة ، والعصاب ثبت أن توارثها محكوم بنظام التعدد الجينى . وفي خارج النطاق الطبيعى المذكور ، تم التعرف على جينات رئيسية سيتم مناقشة دورها في الفصل ١١ . وبالنسبة للسلوك فلا يوجد توقع يذكر للجينات المسؤولة بكموموسومات محددة ، وذلك باستثناء حالة عمى الألوان . فالإنسان لا يمكن أن يستخدم كغيره في تجارب التربية .

هذا الفصل يناقش بعض الأمثلة التى تخضع جزئيا على الأقل لتحكم الجينات المتعددة وذلك في الدروسوفلا ، طيور البغاء المحبة ، والقوارض ، والكلاب . وهو ينتهى بمناقشة للجانبية ، وهى تعنى ما إذا كان هنالك ميل وراثى لاستخدام اليد اليمنى أو اليسرى . فيخلاف الصفات الكمية الأخرى ، يبدو من الصعب اعتبار أن الجانبية خاضعة للتحكم الوراثى .

٥ - ٢ الانتحاء الجغرافى فى الدروسوفلا

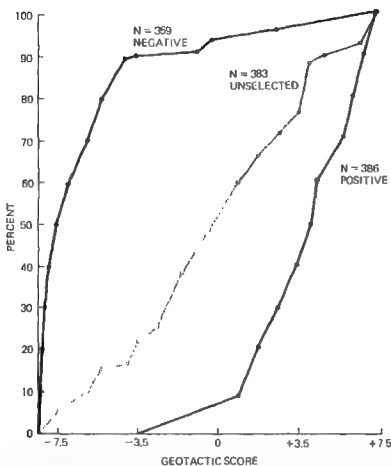
تمثل الحركة الموجهة بالمجاذبية (الانتحاء الجغرافى) فى الدروسوفلا ميلانوجاستر أكثر أمثلة التحليل الوراثى للصفات السلوكية اكتمالا (هيرش Hirsch ١٩٦٢ ، ١٩٦٣ ، ١٩٦٧) . تستخدم متاهة من البلاستيك بها ١٠ - ١٥ وحدة رأسية (شكل ٥ - ٢) . يدخل الذباب من الجانب الأيسر ويجمع من الزجاجات الموجودة فى الجانب الأيمن بعد تعرضه للانجذاب برائحة الغذاء والإضاءة من لمبة فلورسنت على الجانب الأيمن . تتميز الظروف بأقصى درجات الموضوعية ، حيث لا يوجد تدخل بشرى للأعداد الكبيرة من الذباب وذلك منذ دخولها فى المتاهة . وقد وجدت الاستجابة السريعة للانتخاب لكل من الانتحاء الجغرافى الموجب والسالب (شكل ٥ - ٣) ، ولو أن الاستجابة الكلية الفعلية للانتخاب كانت أكبر بالنسبة للانتحاء الجغرافى السالب . واتباع الطرق التى ابتدعها مازر Mather (١٩٤٢) ومازر وهاريسون Mather & Harrison (١٩٤٩) فى تجارب انتخاب عدد الأشواك فى الدروسوفلا ، قدر هيرش وارنماير - كملنج Hirsch & Erlenmeyer - Kimling (١٩٦٢) دور ثلاثة من



شكل ٥ - ٧ : ملاحظة الانتحاء الجغرافي
المكونة من عشرة وحدات في وضع أفقي .
يدخل الذباب في زجاجة من اليسار ويجمع من
الزجاجات المختلفة على الجانب الأيمن . الأفراد
المتجهة إلى الزجاجات العلوية تأخذ تقديرات
سلبية بالنسبة للانتحاء الجغرافي ، والمتجهة إلى
أسفل تأخذ تقديرات موجبة .

كروموسومات دروسوفلا ميلانوجاستر بالنسبة للاستجابة للانتخاب عبر عدد من الأجيال .

من المناسب هنا عرض وصف مختصر للطريقة . فمن الممكن دراسة تأثير الكروموسومات في أفراد الخطوط المنتخبة بتهجينها مع أفراد مجموعة المقارنة (الضابطة) المحتوية على أليلات سائدة لجينات موجودة على كروموسوماتها المختلفة ، مع وجود انقلاب في كروموسوم واحد في كل حالة مما يؤدي إلى منع العبور بالنسبة لهذا الكروموسوم . بهذه الطريقة يمكن دراسة تأثير الكروموسومات الفردية وطبيعة تداخل هذا التأثير بالنسبة للصفات الكمية . وتستخدم على ذلك السلالات الاختبارية ذات التراكيب الوراثية A. D/E, B/C, A/+ جين سائد على كروموسوم C,B,X جينان سائدان على كروموسوم II وكذلك الجينان السائدان E,D يوجدان على كروموسوم III مع وجود انقلاب مصاحب لكل هذه الجينات . كل من هذه الكروموسومات ينزل كوحدة كاملة ، لأن وجود الانقلاب في الأفراد الخليطة يمنع أو ينقص من حدوث العبور . عند تهجين إناث السلالات الاختبارية مع الخط المنتخب S نحصل في النسل على إناث بالتراكيب D/S, B/S, A/S . وتهجن الأخيرة مع الخط المنتخب رجعياً ، حيث



شكل ٥ - ٣ : قيم الانتحاء الجغرافي للذباب في متاهة مكونة من ١٥ وحدة . النسبة المئوية المتجمعة للذباب الذي يمارس التوزيع بقم مختلفة وذلك باستخدام عشيرة لم يجر عليها الانتخاب وعطین نائحين عن الانتخاب (تبعاً لهوش Hisch ١٩٦٣) .

يمكن تمیز ثمانية مجاميع مظهرية في نسل المهجين :

- A B D
- A B
- A D
- B D
- A
- B
- D
- Selected line itself (without A, B, or D)

تتلقى المجموعات الثمانية كروموسوم S من أبئها وأعداد متباينة من كروموسومات S والكروموسومات الاختيارية (A,B,D) T من أمها . وعلى ذلك فكل من

الكروموسومات الرئيسية الثلاثة يوجد على الحالة الخليطة أو الأصيلة في الإناث الناتج . وفي هذه المجموع الثانية يمكن دراسة التأثيرات الفردية للكروموسومات وتداخلها . ومن أوجه قصور هذه الوسيلة إن كفاءتها مقتصرة على اكتشاف الجينات المنتجة في كروموسوم S حيث تجرى المقارنة بين الخليط T/S والأصيل S/S . وهذا يعنى أن الجينات السائدة لا تكتشف وأن الجينات غير كاملة السيادة يظهر تأثيرها بمقدار مستوى سيادتها .

طبقت هذه الطريقة بالنسبة للخطوط المنتجة للانتحاء الجغرافى (شكل ٥ - ٣) . ويظهر فى جدول ٥ - ١ متوسط تأثيرات كروموسومات III, II, X فى العشيرة الغير منتخبة مقارنة بنتائج الخطوط المنتجة للانتحاء الجغرافى الموجب أو السالب . وفى العشيرة الغير منتخبة أظهر كروموسومى II, X نشاطا وراثيا فى جانب الانتحاء الجغرافى الموجب ، وكان III سالبا بالنسبة للكروموسومات الاختيارية . وقد انتج الانتخاب للانتحاء الموجب أثرا قليلا بالنسبة للكروموسوم II وبينما زاد التأثير الإيجابى بالنسبة لكروموسوم X وأما التأثير السالب للكروموسوم III فقد تغير إلى تأثير إيجابى محدود .

جدول ٥ - ١ متوسط التأثيرات الكروموسومية (والخطأ القياسى) لتقديرات الانتحاء الجغرافى بعد الانتخاب بناء على نتائج المناهضة الموصولة فى شكل ٥ - ٣

العشيرة	الكروموسوم		
	X	II	III
منتخبة للانتحاء الجغرافى الموجب	1.39 ± 0.13	1.81 ± 0.14	0.12 ± 0.12
غير منتخبة	1.03 ± 0.21	1.74 ± 0.12	-0.29 ± 0.17
منتخبة للانتحاء الجغرافى السالب	0.47 ± 0.17	0.33 ± 0.20	-1.08 ± 0.16

قدرات المتوسطات لعشرة مكررات ، تمثل كل وحدة موضعا واحدا فى المناهضة المصدر : هريش Hisch (١٩٦٧ - ١) .

ويلاحظ أن تأثير الكروموسومات الثلاثة مجتمعة كان أكبر بالنسبة للانتحاء الجغرافى لسالب ، وهو أمر متوقع حيث أن الاستجابة الكلية للانتخاب التى تم الحصول عليها كانت أكبر للانتحاء السالب . وقد أدى الانتخاب للانتحاء السالب إلى إقلال التأثيرات الموجبة لكروموسومى II, X وزيادة التأثير للكروموسوم III وذلك عند المقارنة بالسلالة الغير معرضة للانتخاب . وعلى ذلك فهذا التحليل السالب يؤكد وجود جينات موزعة على الثلاثة كروموسومات الرئيسية للنوع ميلانوجاستر تؤثر فى الانتحاء الجغرافى . ورغم أن هذا التحليل يستمر إلى أبعد من ذلك ، فإنه بالقياس على عمل ثودى Thoday

(١٩٦١) وزملائه الخاص بعدد الأشواك ، فإنه يمكن نظريا احتمال التوقع الدقيق لمناطق نشاطه وراثيا على الكروموسومات ، ومن المرجح أن تكون هذه المناطق متعددة .

٥ - ٣ العزل الجنسي : أنواع الدروسوفلا

تعد أنواع الكائنات المتكاثر جنسيا نظاما وراثية مغلقة . ويعتبرون نظاما مغلقا لأنهم لا يتبادلون جيناتهم أو يكون التبادل من النذرة بحيث لا يطفى على الفروق بين الأنواع . أما السلالات *Races* فعل العكس من ذلك تعد نظاما وراثية مفتوحة . فهي تتبادل الجينات بتزاوج أفرادها إذا ما لم يحدث انعزال بواسطة عوامل خارجية كالانفصال المكاني . والمعنى الحيوى لانغلاق نظام وراثى معين قد يكون بسيطا ، لكنه مهم : فهو يمثل الاستقلال التطورى . فلننظر مثلا إلى الأنواع الأربعة - الإنسان والشمبانزى والغوريلا وإنسان الغاب *Orangutans* فأى طفرة أو توليفه جينية تحدث فى أحدهم مهما كانت مفيدة ، لا يمكن أن تكون ذات نفع لأى من الأنواع الأخرى ، والتفسير البسيط لذلك أن الجينات لا تنتقل من المستودع الجينى لنوع إلى المستودع الخاص بنوع آخر . وعلى العكس من ذلك ، فالسلالات المكونة لنوع ما غير مستقلة تطوريا ، فالغير الوراثى المرغوب الذى يظهر فى إحداها يحتمل أن يصير من خصائص النوع ككل .

من ذلك نرى مشاكل تعريف السلالة كمفهوم محورى . فتبعاً لبارسونز *Parsons* (١٩٧٢ - أ) يمكن أن نذكر ما يلى :

السلالة عبارة عن عشيرة تتميز بأن التكرار الجينى فى بعض مواقعها يختلف بين واحدة وأخرى . يعد هذا التعريف كيميا وليس كفييا ، حيث لا توجد ميكانيكات عزل حيوية بين مختلف العشائر . وعلى ذلك فالستودعات الجينية للعشائر المختلفة بها تكرارات جينية متباينة . ويجب أن نؤكد هنا أنه بسبب هذا التعريف الذى تغلب عليه صفة الكمية عن الكيفية ، فإن كمية التباين المحتاج إليها لتعبر أن لدينا سلالتين متباينتين تعد اعتباطية تماما .

الأنواع تعد نظاما وراثية مغلقة لأن تبادل الجينات بينها عوق أو منع بواسطة ميكانيكيات العزل التكاثرى . وقد وضع اصطلاح ميكانيكية العزل *isolating mechanism* بواسطة دوزانسكرى *Dobzhansky* (١٩٣٧) كاسم عام لكل عوائق تبادل الجينات بين العشائر المتكاثر جنسيا . وتبعاً لماير *Mayr* (١٩٦٣) فإن ميكانيكيات العزل من المحتمل أن تكون أهم مجموعة من الخصائص التى يمتلكها النوع . من الحقائق الملحوظة أن ميكانيكيات العزل ، من الناحيتين الوظيفية والبيئية ، تعد مجموعة من الظواهر شديدة التباين . ومن الحقائق الملحوظة الأخرى أن ميكانيكيات العزل التى تحافظ على الانفصال الوراثى للأنواع ، لا تتباين بين المجموع المختلفة من

الكائنات فقط ، بل وبين أزواج الأنواع التي تتبع الجنس الواحد . وهى تنقسم بشكل عملي إلى قسمين رئيسيين : (١) العزل الجغرافى أو المكائى ، و (٢) العزل التكاثرى . فى حالة العزل الجغرافى فإن العشائر تكون متفرقة *allopatric* ، وهذا يعنى وجودها فى مناطق مختلفة وبالتالي يصل التبادل الجينى بينها إلى الحد الأدنى . ولا شك أن هذه العشائر قد تكون متشابهة أو غير متشابهة من الناحية الوراثية . وللمناقشة الكاملة للتنوع المتفرق والمتصاحب *sympatric* (العشائر التى تعيش فى نفس المنطقة) يرجع إلى ماير *Mayr* (١٩٦٣) .

تقسيم ميكانيكيات العزل التكاثرى الذى نوردته فيما يلى يعد تقسيما مركبا ، استخدمت فيه النماذج التى نشرها كل من ماير *Mayr* (١٩٤٢) ، مولر *Muller* (١٩٤٢) ، باترسون *Patterson* (١٩٤٢) ، اللى وأخرون *Allee et al* (١٩٤٩) ، ستنيز *Stebbins* (١٩٥٠) ودبزانسكى *Dobzhansky* (١٩٥١) .

- ١ - عوائق تبادل الجينات التى تمنع التقاء الأفراد المحتمل تزاوجهم
 - العزل المسكى أو البيئى : رغم وجود العشائر فى منطقة واحدة فإنها قد تشغل مواضع بيئية مختلفة .
 - العزل الموسمى أو الزمنى : قد يحدث النضج أو النشاط الجنسى فى أوقات مختلفة .

- ٢ - عوائق تبادل الجينات التى تمنع تكون اللاقحات الهجينة :
 - العزل الميكانيكى : كالذى يحدث عند عدم توافق الأعضاء التناسلية فى الجنسين .

- العزل المشيجى أو منع الأخصاب : ويحدث إذا ما لم يتم التقاء أو اتحاد البويضات والحيوانات المنوية بشكل طبيعى .
- العزل الجنسى والنفسى أو السلوكى : وجود جاذبية متبادلة بين ذكور وإناث النوع الواحد بدرجة أكبر من الموجودة بين ذكور وإناث الأنواع المختلفة

- ٣ - عوائق تبادل الجينات التى تتخلص من أو تعيق اللاقحات الهجينة
 - عدم حيوية أو ضعف الهجين : انخفاض حيوية اللاقحات الهجينية إذا ما قورنت بأى من نوعى الأبوين .
 - عدم الهجين : الأفراد الخليطة تكون غير قادرة على التكاثر بسبب عدم إنتاج أمشاج نشطة .
 - التخلص الانتخاى من الهجين : يتم التخلص من الأفراد الناتجة عن التهجين فى

الجيل الثاني أو في أجيال أكثر تأخرا لانخفاض قدرتها على التكيف .

هذه العناصر الثابتة لها وظيفة مشتركة . فلها جميعها تأثير واحد سواء كانت منفردة أو مجتمعة - يتمثل في منع تبادل الجينات بين العشائر (باترسون **Patterson ١٩٤٢**) .
هنالك مكونات سلوكية في بعض هذه الميكانيكيات ، سوف يتم توضيح الكثير منها في الفصل الثالث عشر عند مناقشة الميكانيكيات المتضمنة في انتخاب المسكن بواسطة الأنواع شديدة القرابة في الدروسوفلا وكذلك الفئران الشبيهة بالأيائل من جنس **Peromyscus** . يختص هذا القسم بمناقشة العزل الجنسي والنفسى أو السلوكى ، مع ذكر التفصيل الوراثى الذى تسمح به الدروسوفلا (للمزيد ، انظر الفصل الثامن كاملا) .
هذه الميكانيكة الخاصة بالعزل تمثل معوقا كفوا عندما يتخلص العزل الجنسي الفعال من فقد الجاميطات ، الأهم من ذلك أن يتخلص من الحاجة إلى المتطلبات الغذائية والمكانية للهجن النامية التى قد تكون بصورة أو بأخرى أقل حيوية أو خصوبة من الأفراد غير المهجنة . فالهجن العقيمة التى تتكون في تحت الأنواع **subspecies** (المعقد النوعى) المسمى **Drosophila paulistorum** تعد مثالا على ذلك . فأشباه الأنواع (أو تحت أنواع أو سلالات النوع الأولى) في **D. paulistorum** تبدا عزلا جنسيا ملحوظا : فالتزاوج بين تحت الأنواع يكون أقل نجاحا من التزاوج بين أفراد تحت النوع الواحد (ارمان **Ehrman ١٩٦١ ، ١٩٦٥**) .

وقد درس الأساس الوراثى للعزل الجنسي في هجن اشباه الأنواع الموجودة في أمريكا الوسطى والأمازون . وهذه تمثل الأنواع الأولية وتبدأ تداخلا في توزيعها الجغرافى (شكل ٥ - ٤) ، ولا يمكن تمييزها مظهريا ، وتنتج عن تهجيننا أناثا خصبة وذكورا عقيمة . وقد أجريت الهجن بطريقة تسمح بتتبع توزيع أى زوج معين من الكروموسومات بواسطة ما يحويه من جينات طافرة تستخدم كعلامات **markers** لهذا الكروموسوم .، وقد درست حالات التفضيل الجنسي في الجيل الأولى المهجن لأشباه الأنواع وفي سلسلة من التهجينات الرجعية بين الجيل الأول وكلا من اشباه الأنواع المستخدمة كآباء في الهجن المذكورة . وقد اتضح أن العزل الجنسي محكوم بالعديد من الجينات الموزعة على الكروموسومات الثلاثة التى يمتلكها هذا النوع . وللجينات العديدة التى تتحكم في التفضيل الجنسي في هذه الحالة أثرا مضيفا يؤدى في مجموعة إلى أن تصل حالة التهجين بين أشباه الأنواع إلى الإعاقة الكاملة تقريبا . وقد لخصت في شكل ٥ - ٥ الطريقة المستخدمة لتحديد دور كل من الكروموسومين الجسميين وكروموسوم X (الكروموسوم الأول) في الأساس الوراثى للعائق المستول عن العزل الجنسي . وقد

طبقت في الشكل بالنسبة للكروموسوم الثالث على سبيل المثال . ويرتكز الغرض من التجربة في نقل أحد الكروموسومات المعلمة ليصبح وسط خلفية وراثية (نووية وسيتوبلازمية) لأحد اشباه الأنواع الغريبة . ثم الحصول على النسل الخاص بالتهجينات الرجعية بتهجين إناث الجيل الأول المهجنة التي تحمل على الكروموسوم الثالث الجين المعلم مع ذكور كل من اشباه الأنواع الأبوية . كررت التهجينات الرجعية في ثلاثة أجيال متتابة ، تم ذلك دائماً بانتخاب الإناث التي تحمل الكروموسومات الآتية من شبه النوع الغريب . وقد أجريت سلسلتين من التهجينات الرجعية المتكررة لكل مجموعة من اشباه الأنواع الأبوية . والإناث المهجنة في الجيل الأول من التهجين بين أشباه النوعين B,A من الواضح أنهما تحتويان كروموسوم A وكروموسوم B من كل زوج ، أما الذكور المهجنة فإن كروموسوم X بها يكون من الأم وكروموسوم Y يكون من الأب ، أما الكروموسومات الجسمية فوجد من A والآخر من B . وعند تهجين الأنثى الخليطة A/B تهجينات رجعية للذكور A فإنه يحدث ابدال لجميع كروموسومات B ما عدا إحداها المعلم وراثياً تدرجياً ، والسبب في ذلك أن الانتخاب يحدث لهذا الكروموسوم الذي يحمل الجين المعلم . وفي التهجين الرجعي للذكور B فإن الكروموسومات A يتم التخلص منها . أما في التهجين الرجعي الثالث فإن معظم الحشرات تحمل كروموسومات شبه نوع واحد فقط فيما عدا الكروموسوم الغريب الذي يحمل الجين المعلم (وأحياناً أيضاً الكروموسوم الغريب Y) كما هو مفصل في جدول ٥ - ٢ .

والتهجينات الضابطة control تضمنت استعمال أخوات من نفس الأم في السلاسل التجريبية ، ولكنها لا تحوى الكروموسوم الغريب أو الأجنبي الذي يحمل الجينات المعلمة . وكانت النتيجة هو تشابه النسل التجريبي عدا تواجد الكروموسوم الغريب فيها .

وفي معظم الأمثلة ، فإن الكروموسوم الأجنبي يحتوى على جين طافر مفرد والذي يستخدم كعلامة ، وقد اعتبرت هذه الطريقة التجريبية كافية لسبين (١) متى وجد أكثر من علامة فإن العبور بين أزواج الكروموسومات المتشابهة قد ثبت في الهجن بين أشباه الأنواع (٢) أشباه الأنواع التي تضمنتها هذه التجارب اختلفت فيما لا يقل عن انقلاب واحد في الأذرع الخمس لكروموسوماتها . (دوبرانسكى وبافلوفسكى Dobzhansky and Pavlovsky ١٩٦٢) وعلى ذلك فإنها لا تزود معاً بانتظام أو تسمح بعبور بين الأزواج المتشابهة . هذا لا يعنى بالضرورة احتمال استبعاد بعض العبور الذي يحدث في الهجن ، ولكن نسبته غالباً قليلة .



شكل ٥ - ٤ : التوزيع الجغرافي لشبه النوع دروسوفلا بوليسوم . قد يكون سلفا أفريقيا (عن دوبزانسكي وبويل Dobzhansky and Powell ١٩٧٥) كمنال واحد فعلي تزايدت توجد ثلاثة اشباه أنواع متصاحبة ومنعزلة تكاثريا

ومع أن دور كل كروموسوم قد حلل في أكثر من تهجين بين العشائر ، فإن مجموعة واحدة من البيانات قد وضعت كعينة على سبيل المثال . ولاختبار تأثيرات الكروموسوم الأجنبي الثالث على سلوكيات التفضيل الجنسي ، فإن إناث من الأمازون خليطة التركيب الوراثي للجين دلتا *Delta* (تعريق الجناح) على الكروموسوم الثالث هجنت مع ذكور من أمريكا الوسطى والتي تحمل على أحد الكروموسومين من الزوج الثالث الجين السائد دقيق *Minute* (الشعيرات) والجين المتنحي ابنوسي *chony* (لون الجسم) . وفي الجيل الأول فإن الإناث دلتا/ دقيق - ابنوسي استخدمت كأمهات لإنتاج نسل التهجينات الرجعية . واستخدمت اخواتها لاختبارات التفضيل التزاوجي



شكل ٥ - ٥ : تجمعات وتجمعات تحسّن الكوروسوم المثلث في البرج المركب دوروسولا

بوليسوم

جدول ٥ - ٢ النسبة والنسبة المئوية لتخفيفات الكروموسومات الأجيال في التهجينات الرجعية المتكررة (BC_1, \dots, BC_n) بين شبه النوع A وشبه النوع B هو الأب الرجعي

	الكروموسومات الطعمة		الكروموسومات غير الطعمة		نسبة A المئوية في الجينوم الكلي	نسبة المئوية في الجينوم الكلي
	A	B	A	B		
F_1	$1/2$	$1/2$	$1/2$	$1/2$	50.0	50.0
BC_1	$1/2$	$1/2$	$1/4$	$3/4$	33.3	66.7
BC_2	$1/2$	$1/2$	$1/8$	$7/8$	25.0	75.0
BC_3	$1/2$	$1/2$	$1/16$	$15/16$	20.8	79.2
BC_n	$1/2$	$1/2$	$1/2^{n+1}$	$1 - (1/2^{n+1})$	$(0.5 + 1/2^n)/3$	$[(0.5 + 1/2^n)/3]$
مجموع حايطة للمقارنة						
BC_1	0	1	$1/8$	$7/8$	8.3	91.7
BC_2	0	1	$1/16$	$15/16$	4.2	95.8
BC_n	0	1	$1/2^{n+1}$	$1 - (1/2^{n+1})$	$(1/2^n)/3$	$[(1/2^n)/3]$

* انظر شكل ٥ - ٤ لأصل فكرة موزعة عن هذه التهجينات بين الصفات المتضمنة الجينات الطافرة المتعددة :

المصدر : Ehrman, 1960a .

لهجين الجيل الأول (الجين اهنوسى يبعد حوالى ٥٠ وحدة عبورية عن الجين دقيق واستخدم هنا كتأكيد على التثبيت الذى يحدث للعبور في الهجين) . والبيانات موضحة في جدول ٥ - ٣ . وقد تقبلت إناث الجيل الأول المهجنة الذكور من أمريكا الوسطى ، في حين ظهر أن ذكور الجيل الأول المهجنة كانت محايدة . وقد ظهر من نسل الهجين الرجعية أن التفضيل الجنسي للهجين كان لشبه نوع الأب الرجعي . وعلى ذلك يبدو أن الكروموسوم الثالث بمفرده ليس متحكما في التفضيل الجنسي في هذه التهجينات . ففي الحقيقة في التهجين بين حشرات الأمازون وحشرات وسط أمريكا ، فإن التفضيل الجنسي كان مرجعه إلى مدى مساهمة شبه النوع بأكثر من نصف الجينوم ، فلم يتضح أن أى من الكروموسومات كان له أهمية أكبر من الكروموسومات الأخرى (أرمان Ehrman ١٩٦١) . والعزل الجنسي المدروس هنا ، حيث يكون التزاوج بين إناث وذكور من عشائر دروسفلا بوليستورم المختلفة أقل نجاحا من إجراء التزاوجات داخل كل عشيرة ، يبدو أنه محكوم بالعديد من الجينات الموزعة على كل من أزواج الكروموسومات الثلاثة . وتشابه هذه الحالة مع الانتحاء الجغرافي (الذى نوقش في الفصل الثامن) يبدو واضحا .

جدول ٥ - ٣ الملاحظات المباشرة على تراجوجات لاختبار أثر الكروموسوم الثالث في البناء الوراثي للعزل الجنسي بين سلالتين من دروسوفلا بوليسكورم .

الاقتران مع					
	المند	CA	Am	χ^2	p
اختبارات الإناث المهيمنة					
F ₁	19	17	2	10.3	<0.01
التجهيزات الرجعية لأب من أمريكا الوسطى					
BC ₁	20	18	2	11.3	<0.01
BC ₂	20	19	1	14.5	<0.01
BC ₃	20	19	1	14.5	<0.01
التجهيزات الرجعية لأب من الأمازون					
BC ₁	20	2	18	11.3	<0.01
BC ₂	20	1	19	14.5	<0.01
BC ₃	20	1	19	14.5	<0.01
اختبارات الذكور المهيمنة					
F ₁	20	8	12	0.5	0.70-0.50
التجهيزات الرجعية لأب من أمريكا الوسطى					
BC ₁	20	14	6	2.5	0.20-0.10
BC ₂	20	19	1	14.5	<0.01
BC ₃	20	19	1	14.5	<0.01
التجهيزات الرجعية لأب من الأمازون					
BC ₁	20	2	18	11.3	<0.01
BC ₂	20	2	18	11.3	<0.01
BC ₃	20	2	18	11.3	<0.01

المصدر : Ehrman, 1961

والتوسع في هذه التجارب يسلط الضوء على التباين السلوكي في الهجن . فإناث الجيل الأول الخليطة الناتجة من تهجين شبه النوع اندين البرازيل مع شبه النوع الأمازوني لم تقبل أى غزل من الذكور (ارمان 1960b) . وقد فشلت معظم التهجينات بين شبيهى النوعين المذكورين ، ويرجع السبب في ذلك لوجود عزل جنسى قوى . ومع ذلك فبال تكرار والمحاولات الكثيرة ، أمكن الحصول على إناث وذكور هجينية حية . على أنه يجب التأكيد أن هذه الذكور والإناث كانت طبيعية سواء من الناحية التشريحية الظاهرية أو الداخلية . وحيث أن المساهمة الوراثية لكلا النوعين في هذه الهجن لا تكون متوافقة فإن ذلك يؤدى إلى أن الأفراد الهجينية الناتجة لا يمكنها أن تمارس بنجاح التزاوج بنفس الكيفية المعتادة بالنسبة لهذا النوع .

وفي دراسة عن سلوك الحشرات الحية ميكروسكوبيا في غرف ملاحظة خاصة ظهر أن الإناث الخليطة لم تقبل أى غزل من الذكور بصرف النظر عن مدى شدة أو استمرارية هذا الغزل . وقد لوحظ أنها تنفر من الذكور من كلا شبه النوعين تماماً مثل اخواتها الهجينة . ويتم ذلك بأن تتخذ الإناث وضعاً رافضاً للعلاقة الغزلية وهى صفة مميزة في دروسوفلا بولستورم ، حيث تخفض الانثى رأسها وترفع مؤخرة بطنها فتكون الفتحة المهبلية في وضع غير ملائم لأى من الذكور المقتربة .

أما الذكور الهجينة فإنها أقل أهمية في هذا المجال حيث تكون عقيمة تماماً . ومع ذلك فإنه نادراً ما يتم الغزل بنجاح بينها وبين إناث من كلا شبه النوعين وكذلك مع اخواتها الخليطة . وقد اقترح في هذا المجال أن عدم الموافقة في السلوك الجنسي في الإناث الهجينة يكون مفيداً جداً في ميكانيكية العزل بين هذه الأنواع الابتدائية . وهذه الإناث الخليطة رغم احتمال خصوبتها ، حيث أن مبايضها تنتج بويضات ناضجة وطبيعية ، فإنها قد لا تتزاوج مطلقاً . يجعل ذلك الحصول على نسل الهجن الرجعية مستحيلاً لأسباب سلوكية بحتة .

إذا كانت العشائر قد تشعبت وراثياً ، بحيث أصبحت تضم حالات معقدة من التأقلم المتصاحب وذلك نتيجة التأقلم لبيئات مختلفة . عندئذ فإن التبادل الجيني بين هذه العشائر يؤدى إلى تكوين تراكيب وراثية قليلة الكفاءة التأقلمية . ويعمل الانتخاب الطبيعي على بناء وتقوية عوائق التبادل الجيني بين العشائر الذى يؤدى التهجين بينها إلى فقد تكاثرى . هذه الطريقة تقلل أو تتحاشى ظهور هذه الهجن الأقل كفاءة (فيشر Fisher ١٩٣٠ ، دوبرانسكى Dobzhansky ١٩٤٠ ، ١٩٧٠) . وكبدل لذلك افترض مولر Muller (١٩٤٢) أن العزل التكاثرى يظهر عرضياً كنتائج ثانوى للشعب

الوراثي . فعندما تصير العشائر متأقلمة لبيئات مختلفة ، فإن ذلك يؤدي إلى اختلافها في جينات أكثر فأكثر . ويظهر العزل التكاثري كرد فعل لأن جينات كثيرة تكون متعددة الأثر . فبعض الاختلافات الجينية المنتخبة لأسباب متباينة أو نتيجة للتذبذب الوراثي العشوائي (رايت Wright ١٩٥٥ ودوبزانسكي Dobzhansky وسبانسكي Spassky ١٩٦٢) قد تؤدي إلى العزل كأعراض جانبية .

وقد جاء الدليل على أن الانتخاب يؤدي إلى تقوية العزل التكاثري في العشائر البرية نتيجة تجارب الاختيار المتعدد باستخدام حجرات تزاوج الينزواتيوكس Elens-Wattiaux والتسجيل عن طريق الملاحظة المباشرة (انظر قسم ٣ - ٢) . وقد حسبت معاملات العزل المتصل لأزواج من اشباه الأنواع التي تظهر في نفس المنطقة الجغرافية والتي تظهر في مناطق جغرافية مختلفة ، في التهجينات بين اشباه الأنواع التي تظهر في مناطق جغرافية مختلفة فإن متوسط معامل العزل كان $+0.67$ ، في حين كان في حالة اشباه الأنواع التي ظهرت في نفس المنطقة $+0.85$ (جلول ٥ - ٤) . وعلى ذلك فإن الأزواج التي تظهر في منطقة واحدة تبدو عزلا جنسيا أكثر من الأزواج التي تظهر في مناطق جغرافية مختلفة أو بمعنى آخر فإن أشباه الأنواع التي تتعايش في منطقة واحدة تكون أكثر عزلا تكاثريا من تلك التي تنشأ في مناطق مختلفة . بعد ذلك أمرا معقولا ، حيث أن إنتاج عدد كبير من التهجينات يكون أمرا عديم الفعالية . الفصل العاشر سوف يوضح أهمية الانتخاب في تقوية العزل التكاثري في اشباه الأنواع التي تظهر في نفس المنطقة حيث يبدو كظاهرة عامة ، وهذا أوضحه ارمان Ehrman وزملائها (١٩٦٥) في دروسوفلا بولستورم .

وعلى ذلك فليس من المستغرب أن يقوى العزل التكاثري عن طريق الانتخاب الصناعي معمليا (كوپمان Koopman ١٩٥٠ ونايت Knight وروبرتسون robertson وداونجتون Waddington ١٩٥٦) ، حيث أجرى كوپمان تجاربه على عشائر انتخابية في أقفاص تحتوي على النوعين الشقيقين دروسوفلا بسيدواريسكيورا ودروسوفلا برسيميلس . كلا النوعين كان أصيلا لطفرة جينية متنحية لها مظاهر خارجية مرئية ، وعلى ذلك فإن كلا النوعين والهجن الناتجة منهما كان من السهل تمييزهم . وقد تم استبعاد الحشرات البالغة المهجنة كل جيل ، وبدأت عشائر جديدة من النسل الغير هجين . وبهذه الطريقة فإن كوپمان Koopman كان ينتخب نسل التهجين داخل النوع ويستبعد النسل الناتج من التهجين بين الأنواع . وقد حصل في عدد قليل من الأجيال (خمسة إلى ستة) على سلالات من دروسوفلا بسيدولوبسكيورا ودروسوفلا

جدول ٥ - ٤ أعداد الزواجات الملاحظة ومعاملات العزل المحسوبة لتجينات أشباه الأنواع المتصاحبة والمتفرقة : العدد الكلي للزواجات الملاحظة ١,٦٩٥

السلالات	الأصل	الزيجات	المعامل
1. اندين × أمازوني	متصاحب	108	0.86 ± 0.049
	متفرق	100	0.66 ± 0.074
2. جوريلان × أمازوني	متصاحب	104	0.94 ± 0.033
	متفرق	108	0.76 ± 0.061
3. أورينوكا × أمازوني	متصاحب	106	0.75 ± 0.065
	متفرق	124	0.61 ± 0.070
4. جوريلان × اندين	متصاحب	109	0.96 ± 0.026
	متفرق	102	0.74 ± 0.066
5. اندين × أورينوكا	متصاحب	100	0.94 ± 0.033
	متفرق	111	0.46 ± 0.084
6. جوريلان × أورينوكا	متصاحب	104	0.85 ± 0.053
	متفرق	100	0.72 ± 0.069
7. أمازوني × وسط أمريكا	متصاحب	102	0.88 ± 0.072
	متفرق	103	0.71 ± 0.070
8. أورينوكا × وسط أمريكا	متصاحب	110	0.85 ± 0.052
	متفرق	103	0.73 ± 0.069
(المتوسط (متصاحب) = 0.85			
(المتوسط (متفرق) = 0.67			

المصدر : ارمان Ehrman ١٩٦٥

برسيميلس والتي أظهرت عزلا جنسيا كاملا بين النوعين . في تجارب عشائر أقفاص التربية ذات المكررات الثلاثة سجل كويمان النقص التالي في النسب المثوية للنسل الناتج من الزيجات متباينة الجاميطات :

مكررات العناصر	الأجيال	النسبة المثوية للهج
I	1	22.5
	5	5.1
II	1	49.5
	5	1.4
III	1	36.5
	6	5.2

وكانت نتائج نايت Knight وروبرتسون Robertson ووادنجتون Waddington (١٩٥٦) أكثر إثارة حيث تمت تسجيلاتهم داخل نوع واحد فقط . وقد حصل هؤلاء العلماء بالانتخاب على سلالات بها درجة معنوية من الانزغال الجنسي ، وإن

كانت غير كاملة بالطبع ، من دروسوفلا ميلانوجاستر ، والتي لم تكن في الأصل تظهر هذا المظهر ، وذلك بعد سبعة أجيال من الانتخاب والتخلص من النسل الناتج من التهجين بين السلالات لطفرات الجسم الانبوسى والجناح المختزل . وقد حصل هؤلاء العلماء على نقص في الجزء الخليط من النسل الناتج من ٦٦ إلى ٣٨ في المائة . وقد حصل كروسلى Crossley (١٩٧٥) أيضاً على تشعب من هاتين الطفرتين ومن التحليل المفصل لسلوك التزاوج (انظر باستوك Bastock ١٩٥٦ وقسم ٣ - ٢) فقد استنتج أن التمييز الانثوى والتغير في الاستجابات الذكرية كانا من أهم أقسام العزل الجنسى .

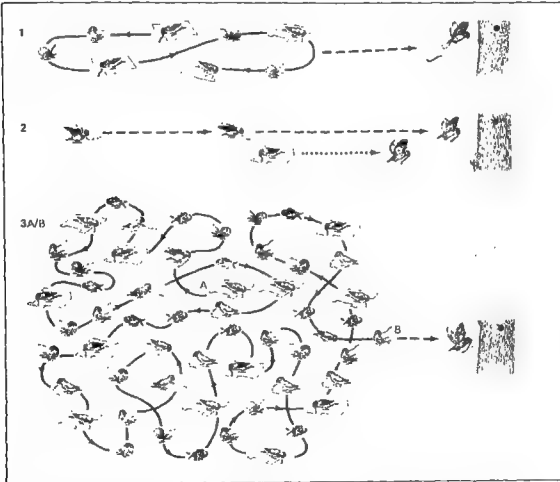
وقد حصل والاس Wallace (١٩٥٤) على نتائج مشابهة لنتائج نايت وربرتسون ووادنجتون (١٩٥٦) باستخدام طريقة مماثلة أساساً لطريقة كوبمان على طفرى لون العين القشى straw والبنى الداكن sepia في دروسوفلا ميلانوجاستر . وقد أدت ثلاثة وسبعون جيلا من الانتخاب المضاد للنسل المحجين إلى ظهور تزاوج غير اعتباطى بدرجة معنوية . وجد أن إحدى طرز الإناث sepia اعطت نسبة ٩ : ١ من الزيجات المماثلة والمختلطة مع ذكور sepia وذكور straw على الترتيب . وبالنسبة للإناث straw فقد شاركت في التزاوج المتماثل والمختلط بدرجات متقاربة . وكمثال آخر على الانتخاب الطبيعى الذى يؤدى إلى العزل الجنسى ، والذى يتضمن في هذه الحالة كروموسومات مركبة متباينة ، انظر ارمان (١٩٧٩) والمراجع السابقة المذكورة فيه .

وسوف يؤخذ سلوك الدروسوفلا مرة أخرى في الاعتبار وبالتفصيل في فصل ٨ ويكتفى هنا بالإشارة إلى مثال آخر عن تحليل العزل الجنسى بين شكلين ظاهرين من دروسوفلا ولستونى D.willistoni أحدهما يفضل التعذر على أسطح الأطعمة الرطبة والآخر على الأسطح الجافة . وقد اكتشف دى سوزا De Souza ودى كونها Da Cunha ودوس سانتوس Dos Santos (١٩٧٠ و ١٩٧٢) أن هذا التعدد في الأشكال المظهرية السلوكية يرى لزوج من الجينات الجسمية ، وأكثر من ذلك فقد وجدت الظروف التنافسية أن الذكور التى تتعذر في الأماكن الجافة تكون أكثر نجاحاً في تلقيح الإناث التى تتعذر في أماكن مشابهة عن تلقيحها لإناث تفضل التعذر في الأماكن الرطبة . وعلى ذلك فإن هذا هو المدى : الذى يبدأ منه الانتخاب الطبيعى أو الصناعى الموجة والذى يستمر في التأكيد « حتى الاكتمال » بالعزل الجنسى (ذكرت أمثلة عديدة في هذا القسم) ، إلى العزل الجنسى الذى يبنى بواسطة الانتخاب المشتت disruptive ، المؤدى إلى التباين (جيسون Gibson وثوداى Thoday ١٩٦٢ ، وفي المقابل اسكارلو Scharloo

(١٩٧١) من النوع الملاحظ في شكل ٥ - ١ والممثل أيضاً في الأشكال المظهرية لدروسوفلا ولستوني ، إلى نشأة حالات تفضيل التزاوج داخل السلالات بدرجة أكبر من التزاوج بين السلالات في دروسوفلا ميلانوجاستر والتي تنتهي باختلافهم في عدد الشعيرات القوية والأشواك الموجودة على السطح الخارجي (بارسونز **Parsons** ١٩٦٥) ، وفي النهاية ظهور مبادئ للعزل الجنسي الغير معتمد على الانتخاب كناتج عرضي للتكيف والنمو والمعيشة على درجات حرارة وفي ظروف بيئية متباينة (ارمان **Ehrman** ١٩٦٤ ، ١٩٦٩) .

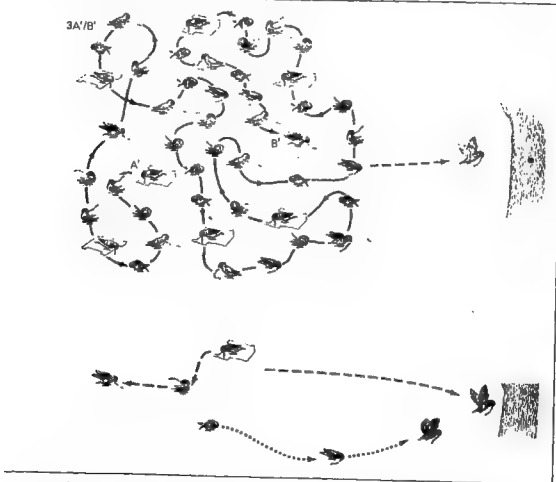
٥ - ٤ العزل في طيور الحب

نجح ديلجر Dilger (١٩٦٢ b.a) في الحصول على هجين بين نوعين من الببغاوات الأفريقية والتي تعرف باسم طيور الحب وهما *A. fischeri*، وهي تربي وتعيش جيداً في الأسر. وهي تستخدم كطيور مدربة للقيام ببركوب القطارات الصغيرة ودفع العربات الصغيرة وتوزيع البريد ومرجع ذلك لسرعة تعلمها للسلوكيات الجديدة. من الممكن أيضاً تعليمها كيفية فتح أبواب الأقفاص والهروب من الأسر. ويمكن التهجين بين هذين النوعين ولكن الهجين بينها لوحظ أنه يواجه مشاكل في بناء الأعشاش فإناث النوع *A. roseicollis* تحمل قطعاً من لوازم بناء العش (ورق ولحاء



شكل ٥ - ٦. بناء العش بواسطة الهجين من طيور الحب *A. fischeri* × *A. roseicollis* وتغل طرازين من الوراثة لطريقة حمل لوازم بناء الأعشاش (١) يرث الهجين طراز حمل عدة قطع في وقت واحدة ممسوسة في ريشه من النوع *A. roseicollis* (٢) ومن النوع *A. fischeri* يرث طرز حمل قطعة في كل مرة (٣) عندما يبدأ الهجين لأول مرة في بناء عشه فإنه يبدو مرتبكاً تماماً.

وأوراق شجر) وتدسها بين ريشها على ظهورها أو مؤخرتها . ويمكن للطائر أن يحمل في المرة الواحدة عددا من هذه القطع ، كما يمكنه في رحلة خاصة الانيان بقطع بديلة لإصلاح العش عند انزلاق بعض قطعة . على الجانب الآخر فإن إناث النوع *A. fischeri* تنقل قطع اللحاء وأوراق الأشجار والأوراق والمواد المشابهة الأخرى مثل الأغصان الرفيعة بحمل قطعة واحدة في منقارها في كل رحلة إلى حيث تبني عشها . والإناث المهجنة تحاول دائماً أن تدس مواد بناء الاعشاش في ريشها ولكنها لا تنجح في مهمتها بناتا - ففي الحقيقة عندما يحاول المهجن بناء عشه فإنه يظهر ارتباكاً (شكل ٥ - ٦) . من بين أسباب ذلك أن الطائر المهجن لا يمكنه دس هذه القطع ، وأنه أثناء دس هذه القطع تقع منه . وقد سجلت أخطاء عملية دس القطع حيث أنه كان يقبض على



الخطوط من أ إلى ب ومن أ إلى ب/ تشير إلى عدد الأنشطة الضرورية للمهجن لاحتضار قطعتين لموضع العش ، وينجز العمل فقط عندما تحمل القطع منفردة في المنقار . (٤) ويستغرق اكتال سلوك حل القطع بالمنقار في الطيور المهجنة ثلاثة سنوات ، وحتى بعد ذلك فهي تقوم بمجهود غير ناجحة لحمل مواد العش بين ريشها (عن ديلجر W.C. Diller The behavior of lovebirds. Copyright 1962 by Scientific American)

القطع بطريقة خاطئة مما يجعل من المستحيل قيامه بدسها في ريشه . ونخرات دس القطع يمكن أن تم بطريقة غير متناسقة كما تدس القطع غير المناسبة وربما في محاولات الطائر المحافظة عليها فإنه يقرب متقاربه من مؤخرته مما يجعله يندفع جريا للخلف . وفي الحقيقة فإن الطيور المهجنة تتجح في نقل الأشياء بواسطة مناقيرها فقط وربما تحتاج لمدة ٣ سنوات لكي تتقن هذا السلوك . ولذلك فهي تبقى أقل فعالية من *A. fischeri* (شكل ٦ - ٥) . وهذه الفترة الطويلة لتعلم بناء العش عكس ما يحدث تماما بالنسبة لهذه الطيور المهجنة من حيث تعلمها الحيل السلوكية الأخرى السابق ذكرها .

لم تعرض بيانات عن الجيل الثاني أو الأجيال الرجعية ، ولكن ديلجر *Dilger* يعتبر أن البيانات المتوفرة تؤدي جميعها إلى اقتراح أن يكون التحكم في وراثة هذا السلوك مرجعه عديد من الجينات . ومن الواضح أن التحليل المفصل يحتاج أن يأخذ في الحسبان المكونات المختلفة للسلوك التي يتضمنها بناء العش . والطيور المهجنة تكون وسطا لبعض الصفات السلوكية الأخرى أيضاً . « التحول الجانبي » يعد خطوة شائعة قبل الجماع فيبدأ الذكر بالاقتراب جانبيا من قريبته حيث يتجه نحوها ثم يبتعد عنها ، وغالبا ما يعكس اتجاهه عند كل اقتراب . وهذا يمثل ٣٢ في المائة من النشاطات التي تحدث ما قبل الجماع لإناث *A. roseicollis* عندما تتزاوج مع ذكور من نفس نوعها و ٥١ في المائة في حالة تزاوج إناث *A. fischeri* مع ذكور من نفس نوعها . وهذا الرقم في حالة تزاوج الأفراد المهجنة مع بعضها يكون وسطا (٤٠ في المائة) . ولكن عند تزاوج ذكور مهجنة مع إناث أصيلة من أنواع الآباء فإن الموقف يختلف حيث يكون : ٣٣ في المائة لإناث *A. roseicollis* والذكور المهجنة من الجيل الأول و ٥٠ في المائة لإناث *A. fischeri* والذكور المهجنة من الجيل الأول . وعلى ذلك فإنه يبدو أن موقفا ما يتمثل في أهمية الاستجابة الانثوية في التحكم في النوع المرغوب من السلوك الذي يفتن إليه الذكور . زيادة على ذلك فإن بقية عروض ما قبل الجماع للذكور المهجنة تظهر نفس هذا النوع من نماذج التزاوج ولكنها بالدقة الكافية .

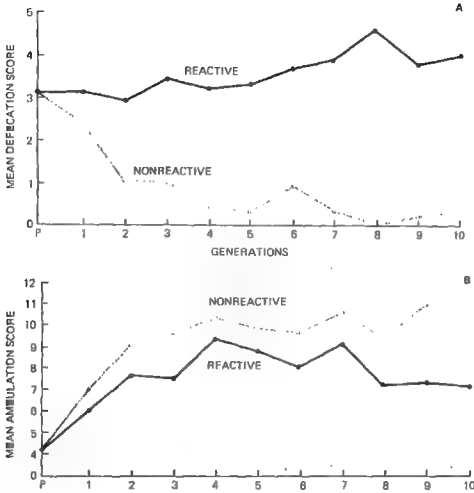
إن سلوك بناء العش ومغازلة ما قبل الجماع في طيور الحب يمكن على هذا الأساس اعتباره تحت تحكم عديد من الجينات ولو أن الأمر يحتاج إلى عديد من التهجينات لمعرفة مزيد من التفصيل عن التحليل الوراثي . كما أن التعلم بالنسبة لهذه السلوكيات من الأمور الهامة جدا . فسلوك المحزن مثلا يتغير ببطء على مدى ثلاثة سنوات . وهي لا تتمثل في سلوك الذكور تحت الدراسة فقط ولكن في ردود الفعل أيضاً بين هذه الذكور والإناث المختلفة . وعلى ذلك فإن سلوك طيور الحب يمثل نموذجا فريدا من التعقيدات التي تعير

وضع دراسة الوراثة السلوكية بالنسبة لأقسام الوراثة الأخرى . وهو بالتأكيد موضوع يستحق المزيد من البحث .

٥ - ٥ الانفعالية في القوارض

عند مواجهة موقف جديد غير متوقع فالجرزان والفئران قد تتجمد أو تتهربز أو تتبول أو ببساطة تستكشف بيئتها الجديدة . وهذه السلوكيات سواء كانت منفردة أو متجمعة غالباً ما تستخدم في قياس الانفعالية . وقد انتخب هول Hall (١٩٥١) للمعدلات العالية والمنخفضة من التبول والتهربز في الجرزان وأنتج سلالتين أطلق عليهما « انفعالي » و « غير انفعالي » وذلك بالرجوع إلى معدلات تبولها وتهربزها . وقد أجرى برودهيرست Broadhurst (١٩٦٠) برنامج تربية انتخاى لعدد من الأجيال في الجرزان ذات المعدلات العالية من التهربز « والذي أطلق عليها متفاعلة » ومنخفضة المعدل « غير متفاعلة » . وتسجيلات التهربز كان يجري تقديرها بعدد جزئيات البراز المطرودة في مكان محدد (ميدان أو حلبة arena) في دقيقتين بالضبط . والسلالات العالية والمنخفضة أمكن الحصول عليها لسرعة تباينها . (شكل ٥ - ٧ أ) . والنتائج غاية في الغرابة حيث أظهرت مختلف الاختبارات الاحصائية الحيوية وجود مكافآت وراثية (انظر قسم ٢ - ٢) ما بين ٥ و ١ للصفة . وعند نشر هذا العمل فقد وضع أنه ذو أهمية خاصة حيث أنه يوضح بدقة أكثر عما في التجارب السابقة السهولة في استخدام الطرق الاحصائية الحيوية للصفات الكمية السلوكية في حيوانات التجارب . ومع أن التحليل لم يصل إلى المستوى الكروموسومى كما حدث في بعض الأمثلة في الدروسوفلا ، فالافتراض الأساسى للإحصاء الحيوى الوراثة - بناء وراثى معتمد على عديد من الجينات (توارث متعدد العوامل) - يعد صحيحاً تماماً في هذه الحالة .

وفي تجارب الانتخاب قد يكون من المرغوب فيه دراسة الاستجابات المتلازمة للانتخاب ، حيث أنها تعطي معلومات في غاية الأهمية من الناحيتين السلوكية والوراثية . وقد حصل برودهيرست Broadhurst على معلومات متزامنة عن تسجيلات التحول والتي أمكن قياسها بعدد مرات ارتداد الجرز لأماكن معلمة من الحلبة في مدة دقيقتين بالضبط (شكل ٥ - ٧ ب) . كانت هناك زيادة في تسجيلات كلا السلالتين ولكن الزيادة في تسجيلات السلالة الغير متفاعلة كان أكثر . وعلى ذلك فإن الانتخاب لتسجيلات التهربز كان له تأثير مميز على الصفة التي لم يجر لها انتخاب مباشر . وهناك إمكانيتين لتفسير ذلك : الأثر المتعدد والارتباط بين الجينات العديدة التي تؤثر في كلا



الأجيال.

شكل ٥ - ٧ : الانفعالية في الجرذان (أ) متوسط تسجيلات التبرز في الجرذان نتيجة التربية الانتقائية لأكثر من ١٠ أجيال (ب) متوسط تسجيلات التجول . الاستجابات المتلازمة في سلالتين متتبعين احدهما عالية والأخرى منخفضة في تسجيلات التبرز في (أ) (عن برودهورست Broadhurst ١٩٦٠) .

الصفتين ، وهما فرضيتان تستحقان أخذهما في الاعتبار . والحقيقة أنه يمكن استنتاج أن عددا من الجينات يمكن أن يؤثر في كلتا الحالتين السلوكيتين : تسجيلات التبرز وتسجيلات التجول .

وقد درست نفس الصفتان السلوكيتان بواسطة دى فريز وهجمان De Fries and Hegmann (١٩٧٠) في الفئران واستخدمت طرق إحصائية معقدة (قسم ٩ - ٢) والنتائج يمكن النظر إليها على أنها مشابهة لتلك المتحصل عليها بواسطة برودهورست

Broadhurst وفي هذا المقام فقد كانت المكافآت الوراثية أيضاً ، ووجدت استجابات للانتخاب كما وجد أيضاً تلازماً سالباً بين التبرز والنشاط . وبالتالي يمكن تفسير البيانات عن طريق نموذج وراثي مبني على تحكم عديد من الجينات في الصفة كما هو الحال في البيانات السابقة عن الجرزان وفي الحقيقة يمكن استنتاج أن العديد من الصفات الكمية السلوكية تكون تحت التحكم الوراثي للعديد من الجينات ، إلا أنه في بعض الحالات الاستثنائية فقد تكون الصفات السلوكية ذات علاقة بمواقع محددة واضحة . وهذا أساساً يخص تعدد الأثر للمواقع التي تتحكم في تباين لون فراء الفيران والجرزان (لمزيد من التفصيلات انظر فصل ٩) .

٥ - ٦ بعض الصفات السلوكية في الكلاب

نشر سكوت وفولر **Scott & Fuller** (١٩٦٥) نتائجهما على عدد من التجارب الطويلة عن الاختلافات السلوكية بين سلالات من الكلاب ، والتي أثارت الاهتمام نتيجة لوجود اختلافات كبيرة بين السلالات ، وذلك بالإضافة إلى الاختلافات بين الأفراد التي أخذت كعينات من هذه السلالات ، والتي أجريت لتوضيح أهمية دور التوارث وقد أمكنهم في بعض الأمثلة التوصل إلى نتائج تجريبية عن بعض نماذج التوارث . والتصميم التجريبي الذي اقترح بواسطتهم وضع تقسيماً تبعاً للتركيب الوراثي للكلاب مع تثبيت كل العوامل الأخرى ما أمكن . وقد درست خمسة سلالات نقية من الكلاب : الترير (كلب صغير ذكي) ذو الشعر السلكي **wirehaired fox terrier** والكوكر الأمريكي السنبلي (كلب صغير) **American cocker spaniel** والباسنجي الأفريقي **Zhetland sheep African basenils** و كلب الغنم الشتلي و كلب الصيد **beagle** **shetland sheepdag** . وقد وجدت اختلافات بين هذه السلالات لجميع الصفات السلوكية التي درست . وربما كان أكثرها إثارة وتفصيلاً هو ما بين الكوكر السنبلي والباسنجي . وسوف تتعلق المناقشات في هذا القسم بهاتين السلالتين والهجن العديدة التي أجريت مع الاعتماد على تجارب سكوت وفولر (١٩٦٥) .

وقد انتخب الكوكر السنبلي في الماضي لعلم العدوانية ولقدرته لكي يكون إليها مع الناس . وعلى الجانب الآخر فإن الباسنجي يعد شديد العدوانية ، إلا أنه ليس بدرجة الترير ذو الشعر السلكي . وعلى العكس من الكوكر السنبلي فإن صغار الباسنجي التي تربي تحت الظروف القياسية شديدة الخوف من الإنسان في عمر ٥ أسابيع ، كما يتضح ذلك من جريها بعيداً ونباحها ومحاولتها العض وعموماً فهي تتصرف مثل جراء الذئاب .

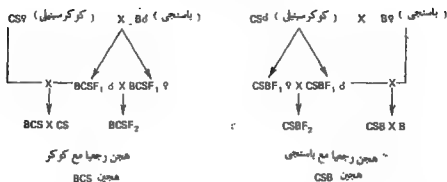
ومن الطبيعي أن يكون لهذه الحیطة والخبر قيمة بقائية في قرى الأحراش الأفريقية . وقد استخدمت في الصيد بواسطة الأقزام وبعض القبائل الأفريقية الأخرى . واسم الباسنجي هو من اللغة المحلية للنجالا التي تستخدم في وسط الكونجو ويعنى « رجال الادغال » وسميت الكلاب أيضاً بهذا الاسم وذلك لانتابها لرجال الادغال . وينظر إليها على أن أهم أغراضها المعلونة في عمليات القنص ولا تلائم أى من الأقسام المعروفة في السلالات الأوربية . ومع ذلك فهى تحت الظروف المعملية ، حيث يمكن الملاحظة والرعاية في أعمار صغيرة ، فإن جراء الباسنجي تألف بسرعة بمعاملتها وملاصقتها مع الإنسان . ومن أهم الملامح الأخرى لكلاب الباسنجي كونها كلاب غير نباحة بمقارنتها بسلالات الكلاب الأخرى ، حيث تنبح فقط ، عندما تستثار بشدة ، وسرعان ما تتوقف . إما في مواطنها الأصلية . ففي الليل تصدر ضوضاء مستمرة تعرف بالحنجب أو العويل .

جدول ٥ - ٥ صفات الكلاب الباسنجي والكوكر سبيل

الصفات	باسنجي	كوكر سبيل	النمذج الوراثي الغالب
الفرح والالفة			
الطفاى والصبر كرد فعل للتعامل	عال	منخفض	جين سائد واحد للفرح
الكفاح ضد اليد	عال	منخفض	جين واحد مع العدم السيادة
العدوانية الخفية عند عمر ١٣ إلى ١٥ أسابيع	عال	منخفض	جينان مع العدم السيادة
القباح عند ١٦ أسبوعاً	عال	منخفض	جينان سائدان للحدود المنخفضة
الحد الحرج من القسوة			
الميل للنباح عند قليل من المرات	عال	منخفض	جين واحد مع العدم السيادة
السلوك الخجسى (وقت الضياع)	سوى	نصف سوى	النمذج الباسنجي كجين متسمى
الميل للهوى أثناء عملية الوزن	منخفض	عال	جينان متحيان للميل العالى

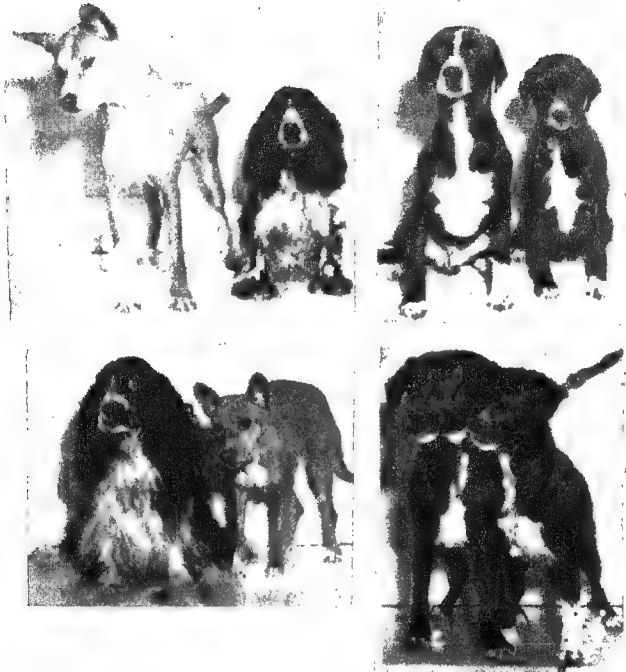
المصدر : سكوت وفولر Scott & Fuller ١٩٦٥ .

وأمكن ملاحظة هذا السلوك في تجارب سكوت وفولر على الكلاب . ويمثل شكل ٥ - ٨ صوراً لكلاب الكوكر السبيل والباسنجي وكذلك الهجن الناتجة منهما . وفي جدول ٥ - ٥ يوجد وصفا مختصراً لأهم الصفات لكلتا السلالتين . والنمذج الوراثي الغالب وضع على أساس الهجن التالية :



وقد هجنت السلالتين عكسيا لتعطى الجيل الأول من كلا التهجينين. ومنها نتج الجيل الثاني للحالتين. ومن الجيل الأول ذو الأم كوكر سنبل أجرى تهجين رجعي للسلالة كوكر سنبل وكذلك الجيل الأول ذو الأم باسنجي أجرى له تهجين رجعي مع السلالة باسنجي.

وتتمثل درجة التوحش في الكلاب الباسنجي في اثنين من الصفات السلوكية أولاها هو عملية التفادى والتهرب كرد فعل للامساك عند التعامل معها عندما تكون جراء صغيرة، أما الآخر فهو كفاحها حيال التحرر من القيد. ويظهر ذلك جليا أثناء عملية التدريب على وثاقها. وفي اختبار عملية التفادى والتهرب كرد فعل للتعامل فإن الامساك يعد اختبارا متوسط القوة إذا ما قورن بالمنبهات القوية التي قد تؤدي للخوف الشديد للجراء الصغيرة. ومعظم كلاب كوكر سنبل لا تظهر أى خوف وعلى العكس من ذلك فتظهر كل كلاب الباسنجي بعض الخوف السلوكي. وفي الجيل الأول فإن السلوك يكون مشابها لسلوك الباسنجي الذي يرجع لوجود جين سائد أو أكثر. والبيانات الملاحظة التي تأخذ في اعتبارها جميع التهجينات تناسب افراض وجود جين واحد سائد أكثر مما تناسب جينين سائدين. وعلى ذلك فإن التوحش في الكلاب الباسنجي مرجعة لجين سائد. والجين المقابل الخاص بالتألف في حالة كلاب كوكر سنبل يكون متنحيا. واعتماد على نتائج سكوت وفولر فإن كفاح الكلاب للتحرر من القيد عند وثاقها يمكن تفسيره على أساس جين واحد منعلم السيادة. ولو أن الأمر يبدو أكثر تعقيدا حيث توجد اختلافات كثيرة بين نوعي العشائر الممكنة في الجيل الأول - أنثى باسنجي × ذكر كوكر سنبل بمقارنتها بأنثى كوكر سنبل × ذكر باسنجي - ومثل تلك التهجينات تميل لتسلك سلوكا مشابها للأمهات مما يؤدي إلى اقتراح إمكانية وجود ظاهرة التأثيرات الأمية (انظر قسم ٦ - ٦).



شكل ٥ - ٨ : الكلاب الهجينة : العلوى إلى اليسار ذكر باسنجى × انثى كوكر سبيل . والعلوى لليمين :
 نسلهم من الذكور والإناث . الأسفل إلى اليسار ذكر كوكر سبيل × انثى باسنجى . والأسفل إلى اليمين نسلهم
 من الذكور والإناث . وترى الذكور على يسار الإناث (عن : J.P. Scott and J.L. Fuller. Dog Behavior : The Genetic Basis. c 1965 by the University of Chicago.

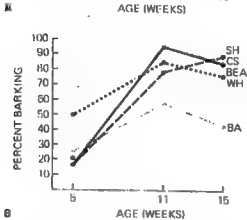
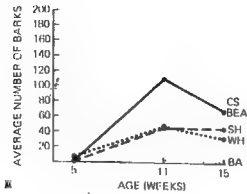
والعدوانية التمثيلية جرى تقديرها عن طريق الامساك بالكلاب في أعمار من ١٣ إلى ١٥ أسبوعا . ومن صفات الجراء أنها تندفع تجاه ممسكها أو تقفز نحوه ونحو يده لتمتل محاولة العض . وعند ضرب الجرو بحقه فإنه عادة ما يدور وينش ويتصارع مع اليد الموجودة يرفق . وقد استنتج سكوت وفولر أن نموذج التوارث في حالة العدوانية التمثيلية لا يمكن تفسيره ببساطة بينا جينين جين مع انعدام السيادة لشرح البيانات لا ينفي إمكانية وجود نموذج أكثر تعقيدا للتوارث .

وقد رات النباح كان يجرى تقديرها باختبار السيادة الذي كان يجرى على زوج من الجراء فيسمح لهما بالتنافس لمدة ١٠ دقائق على عظمة . وخلال هذه الفترة كان يجرى تسجيل التعبيرات التي تتضمن النباح عند أعمار ٥ و ١١ و ١٥ أسبوعا . ويظهر شكل ٥ - ٩ أن أقصى قدر من النباح من الممكن حدوثه لجميع السلالات عند عمر ١١ أسبوعا فيما عدا كلاب الغنم الشيتل الذي يبلغ العمر بالنسبة لها ١٥ أسبوعا . وعند عمر ١١ أسبوعا فإن كوكر سبنيل كان أكثر نباحا وأقلها هو الباسنجي . والسلالة المختارة من الباسنجي ليست عديمة النباح كلية (شكل ٥ - ٩ ب) .

هذه الصفة السلوكية البسيطة تكون ذات شقين كما جرى تحليلها بواسطة سكوت وفولر : (١) الحد الحرج من التنبيه الذي يبدأ عنده النباح والذي يكون غالبا مرتفعا في الباسنجي ومنخفضا في كوكر سبنيل . (٢) الميل للنباح مرات قليلة (باسنجي) عندما يتم استثارته والنباح المستمر (كوكر سبنيل) (أقصى عدد مرات النباح التي سجلت لكوكر سبنيل في ١٠ دقائق كان ٩٠٧ أو أكثر من ٩٠ مرة في الدقيقة) .

وبالنسبة للحد الحرج من التنبيه ، فإن الجيل الأول يكون مشابها لكوكر سبنيل مما يوضح وجود سيادة تامة للحد الحرج من الاثارة الأقل . ورغم أن افراض توارثها عن طريق جين واحد سائد يناسب تفسير البيانات بدرجة كافية ، فإن افراض وجود جينين سائدين مستقلين عن بعضهما يبدو أفضل نوعا (جدول ٥ - ٥) . ومع ذلك فهذا لا ينفي أبدا وجود عدد كبير من الجينات ، ولكن الأمر يحتاج إلى تجارب أكثر تعقيدا تدخل في الحسبان عددا من الجينات المعلمة لاستخدامها في الاختبارات .

وبالنسبة لهذه الصفة فإنه لا يوجد خلاف كبير بين الجراء المولودة لأُم باسنجي عن تلك المولودة لأُم كوكر سبنيل ، وعلى ذلك فإن الارتباط بالجنس أو التعلم من الأم ليس مهما . وفي حالة الميل لزيادة النباح فإن حيوانات الجيل الأول تكون وسطا بين السلالتين الأبويتين ، وكذلك فحيوانات الجيل الثاني تشبه لحد كبير حيوانات الجيل الأول . وعلى ذلك فإنه يمكن شرح البيانات على أساس وجود جين واحد مع انعدام



شكل ٩ - ٥ : اختلافات النباح بين

سلالات الكلاب . حدوث النباح أثناء
اختبارات السيادة عند أعمار مختلفة (أ) متوسط
عدد البعجات (ب) النسبة المئوية للكلاب النابحة
(BA) باسنجي BEA كلاب الصيد CS
كولريه SH كلب الدم WH
الكلب اللبي (عن سكوت وفولر ١٩٦٥) .

السيادة . ومن الواضح أن حالة عدم النباح تتضمن ميكانيكيتين وراثيتين فالكلب لن يزيد في نباحه إذا كان ينجح كلية وعلى ذلك فوجود صفة مشروط بوجود الأخرى . ولذلك فمن الأمور المهمة - أن زيادة فهم البنيان الوراثي للصفات الكمية ربما يتأتى من تقسيمها إلى مكوناتها قبل إجراء التحليل الوراثي . ونحن ننصح بذلك .

وإنث الباسنجي تكون دورة الشياح بها سنوية وتأتيها في وقت مقارب للاعتدال الخريفي ، أما معظم السلالات المستأنسة فإن دورة شياحها تأتيها في أى وقت وتكون نصف سنوية يفصل بينها ٦ شهور . وقد استنتج أن دورة الشياح في الباسنجي يحكمها عامل متنحي ، ولكن لا يمكن استبعاد وجود أوضاع أكثر تعقيدا .

وبالنسبة لتوارث الميل للهذوء أثناء عملية الوزن عند أعمار من ١٤ إلى ١٦ أسبوعا ، فإن نتائجه كانت متوافقة مع وجود جينين وقد ظهر أن ميل كوكريه سبنيل كان متنحيا للباسنجي .

ويظهر جدول ٥ - ٥ أن توارث هذه الصفات السلوكية يمكن شرحها على أساس وجود جين واحد أو جينين ، وإن كانت هناك دلائل أيضاً لوجود تعقيدات أكبر في طبيعة توارث هذه الصفات . أو بمعنى آخر فنحن نواجه موقفا وسطا بين الوراثة المتدليلة

البسيطة التي شرحت في الفصول السابقة والوراثة التي يحكمها عديد من الجينات التي نوقشت في بداية هذا الفصل . وقد نظر سكوت وفولر للنتيجة بدеше حيث أكدوا أن الصفة الشديدة التعقيد مثل السلوك يكون متوقعا أن يتأثر بالعديد من الجينات ، ولكن الرهان يثبت أن ذلك ليس بالضروري . فسلالتى الكلاب المعينتين ، قد عزلنا عن بعضهما لفترات طويلة ، ولذلك فما من شك في أنهما قد تعرضتا لضغوط انتخائية مختلفة في بيئات مختلفة ، وأدى ذلك إلى الاختلافات السلوكية الملحوظة . وإذا أدى ذلك إلى تراكيب وراثية أصيلة للصفات التي نوقشت (ونادرا ما يحدث الانعزال أو لا يحدث البتة داخل السلالات المرباه) ، عندئذ وبفرض وجود جين أو جينين رئيسيين للتحكم في كل صفة من الصفات ، فإن النتائج المتحصل عليها تكون معقولة . على أنه يجب أن يلاحظ أيضاً أن الصفات السلوكية الأخرى في الكلاب - تكون ذات طبيعة معقدة على وجه العموم عن الصفات التي نوقشت - ويكون من العسير تفسيرها على أسس مندلية وذلك لتداخل دور البيئة والتي لها أثر كبير في الصفات السلوكية .

وحتى إذا أمكن التحكم في البيئة بطريقة شاملة ما أمكن فإن جزءا كبيرا من التباين يمكن ارجاعه إلى مصادر غير وراثية . أما إذا لم يكن بالإمكان التحكم في البيئة فإن تأثيرات الجينات الكبرى فقط يمكن التوصل إليها خلال الانتخاب التجريبي الدقيق .

ونسجل هنا الشاء كل الشاء لسكوت وفولر وتلاميذهما ومساعدتهما . فلا بد من تحييتهم لعملهم الدائب ومجهوداتهم التي انفقوها في ملاحظة هذه السلوكيات التي اختاروا دراستها خلال عمليات التكوين والتمييز في حيوان معقد ، ولوضعهم لطريقة مثمرة ومتميزة لتخدم مداخلهم للدراسة وراثية السلوك بما يشبه طرق الوراثة التكوينية . وحديثا اهتم سكوت وستوارت ودى غيث Scott, Stewart, and Deghett (١٩٧٣) وكورسون Corson (١٩٧٩) بدراسة الاحباط وتغير النشاط وطرق العلاج المناسبة في سلالات الكلاب (انظر قسم ١١ - ٩) ، وبالأخص بين هجين Telomian و كلاب الصيد آباء هذين الجينين يبدان استجابات سلوكية مختلفة لعقار الامفيتامين (عقار منشط للجهاز العصبي المركزى يؤدي إلى اعتدال المزاج : انظر قسم ٩ - ٧) واستجابات لهجن الناتجة منهما تجمع بين صفتي الآباء .

في الفصلين ٦ و ٧ وما بعدهما نوقشت باستفاضة الصفات التي يحكمها بوضوح العديد من الجينات والمادة العلمية في هذا الفصل تعطى وصفا للقطرة بين الصفات التي من الواضح أنها ترجع لتحكم جينات كبرى وتلك التي تحكمها الجينات العديدة ، والأمثلة المختارة تغطي بالتالى هذا المجال .

٥ - ٧ الجانية في الدروسوفلا والفأر والإنسان .

نتجه الآن لمثال يكون وجود الوراثة فيه غير واضح . فقلو جلدت تحيزات عدم التماثل الجاني للصفات الظاهرية والسلوكية . ومن الأمثلة الظاهرية الواضحة (ذات النتائج السلوكية) عدم تماثل زوج الخالب في سرطان البحر *Homarus americanus* وحالات عدم التماثل السلوكي المعروفة في الطيور المختلفة وفي الثدييات بما فيها الإنسان (استخدم كف أو مخلب أو يد معينة) . استخدام اليد في الإنسان له علاقة بالتكوين الغير متماثل للمخ (الشرح التفصيلي في : ديموند وبليزارد ١٩٧٧ *Dimond and Blizard* وهار ناد وآخرون *Harnad et al., ١٩٧٧*) . والسؤال هو عن إمكانية المكونات الوراثية للجانية في كل من الدروسوفلا والفأر والإنسان .

الدروسوفلا

انتضع في قسم ٥ - ١ أن الصفة التي يكون لها بعض الأساس الوراثي ينتظر استجابتها للانتخاب ، وسبب ذلك ببساطة أن انتخاب الأشكال المظهرية المتطرفة يؤدي إلى انتخاب تراكيب وراثية متطرفة أيضاً . وقد اختارت ارمان وآخرون *Ehrman et al.* (١٩٧٩) اثنتين من السلوكيات كأهداف انتخائية : طي الجناح واختيار اتجاه المتاهة . فمن صفات الدروسوفلا أنها تطوى أحد جناحيها على الآخر أثناء ركونها إلى الراحة . ومن صفات الفرد الثابتة أنه إما أن يطوى جناحه الأيسر على الأيمن أو العكس بالعكس . فإذا كان هناك مكون وراثي لهذا السلوك فإن انتخاب ذكور وإناث تطوى جناحها الأيسر على الأيمن لتكوين سلالة انتخائية وبالمثل انتخاب ذكور وإناث تطوى جناحها الأيمن على جناحها الأيسر سوف يؤدي إلى استجابات مشتتة للانتخاب في السلالتين . أو بمعنى آخر أنه عند تهجين إناث وذكور تطوى جناحها الأيسر على جناحها الأيمن سوف يؤدي إلى نسل معظمه يطوى جناحه الأيسر على جناحه الأيمن أكثر مما لو ترك الأمر للتزاوج الاعتيادي . ونفس التوقع ينتظر حدوثه إذا تم التزاوج بين أفراد تطوى جناحها الأيمن على جناحها الأيسر . واختيار اتجاه المتاهة اختير في متاهة مساحية على شكل حرف ٧ وعلى ذلك فالخشرات يمكنها أن تقوم بدورات يسرى أو يمنى . فإذا كان هناك مكونات وراثية لاختيار اتجاه المتاهة يكون متوقعا وجود استجابات انتخائية .

النتائج في شكل ٥ - ١٠ واضحة . فالانتخاب لزيادة تعبير طي الجناح أو اختيار اتجاه المتاهة لم يعط استجابة موجبة لمدة تسعة أجيال هذا بالرغم من أن بعض الأفراد

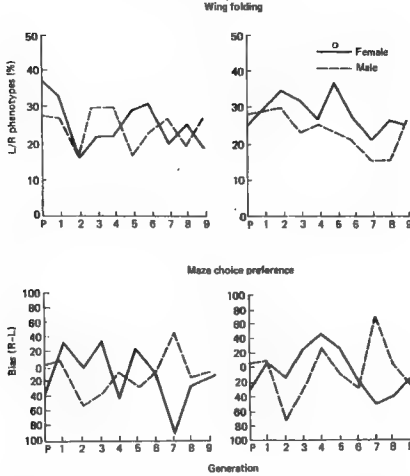
تبدى سلوكيات يسارية أو يمينية . وهذا يؤدي إلى اقتراح أن المكون الوراثي للجانبية في الصفات السلوكية في الدروسوفلا - إذا ما وجد - يكون ضئيلا .

ونحن لا نشعر بأن المكون الوراثي يمكن استبعاده كلية حيث أنه في تجارب الانتخاب على عدم التماثل في تجارب بردمور **Beardmore** (١٩٦٥) أمكن الحصول على تشتت بسيط بين السلالات المنتجة كزيادة عدد الشعيرات على الجانب الأيمن والجانب الأيسر على الترتيب . وبالمقارنة بالتجارب التي نوقشت قبلا في هذا الفصل والتي تتصف بسرعة الاستجابة للانتخاب فالوقوف كان مختلفا بالنسبة للصفات الكمية الظاهرية الخاصة بعدم التماثل والذي كانت تظهر تشتتا قليلا بعد أجيال عديدة من الانتخاب .

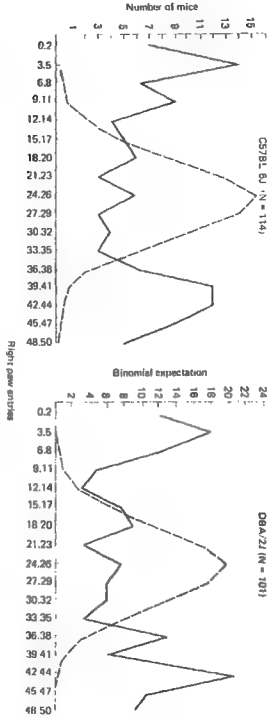
الفأر

إن اختبار تفضيل الفأر الجائع لاستخدام كف معين من السهل التحكم فيه بأن يتعرض لعملية استرداد قطع من الغذاء من خلال أنبوبة ضيقة . وبالنسبة لهذا الاختبار فإن معظم الفئران تبدى تفضيلا محددًا لاستخدام الكف الأيمن أو الأيسر ، لوحظ ذلك في العديد من السلالات المرباه داخليا وكذلك من الهجن ، وكان احتمال تفصيل الأيمن أو الأيسر حوالى ٠.٥٠ ، فعلى سبيل المثال فإن السلالتين المربتين داخليا **DBA/2J** و **C57BL/6J** والتي تختلف في عديد من الصفات السلوكية (فصل ٩) غالبا متماثلتين في تفضيلهما لاستخدام الكف . ومثل هذه النتائج تؤدي إلى استبعاد وجود مكون وراثي معنوى في تفضيل استخدام الكف (كولينز **Collins** ١٩٦٨) .

وقد أجرى كولينز **Collins** تجاربه بحيث لا يكون هناك تحيز باستخدام أنبوبة على شكل حرف U . وتكون أنبوبة التغذية هي جهاز الاختبار الذى يوضع فى مواقع ثابت على مسافة متساوية من الجانبين الأيمن والأيسر من الصندوق . وقد طور الجهاز ليكون هناك عوالم متميزة لليمين وعوالم متميزة لليسار ، وذلك بوضع أنابيب التغذية اليمنى أو اليسرى بحيث يكون من السهل التوصل إليها تبعاً للاتجاه الجارى اختباره . وقد أظهرت معظم الفئران تفضيلا ثابتا تجاه العالم موضوع التحيز ، فى حين أن ١٠ فى المائة أظهرت جانبية عكسية . وبوضع الفئران المختبره سابقا فى عوالم ذات تحيز عكسى بالمقارنة بالاختبار الأول اتضح أن صفة استخدام أحد الكفين فى الفئران من المستبعد تعلمها خلال الاختبار . حيث يقبل الفأر على الاختبار ولديه مسبقا إدراك خاص بتفضيل استخدام إحدى كفيه .



شكل ٥ - ١٠ : الاستجابات للانتخاب لزيادة تفضيل الأيمن والأيسر في المودوسوفلا ميلانوجاستر الخط الكامل - استجابات الإناث والخط المتقطع = استجابات الذكور - الرسمان البيانيان العلويان يوضحان تجملاً عدم وجود زيادة في سلوك طي الجناح لمدة تسعة أجيال من الانتخاب . الرسمان السفليان يمثّلان سلوك تفضيل اختيار المتاعبة يوضح زيادة في التفصيل الجانبي للدورات اليسارية للإناث والدورات اليمينية للذكور كلاهما يصل إلى قمته عند الجيل السابع والزيادة الملاحظة لا تثبت أن تختفي كلية في الجيل التاسع . (عن : ارمان, Ehrman, وThompson وبيريل Perelle وهيسى Hisey (١٩٧٨) .



شكل ٥ - ١٩ : نسبة توزيع (الخط المستمر) تسجيلات التفضيل الجاني لخصيتين من ذكور سلالات ميتين واعيان في الفئران . وكان قياس التفضيل يحدد المرات التي استخدم فيها الكف الأيمن لسحب الطعام من الأوعية العتيقة . الخطوط المتقطعة تمثل النسب المتوقعة تبعاً للتوزيع ثنائي الحد إذا لم يوجد التفضيل القوي (من كولير Collins ١٩٦٨) .

وفي العوالم غير المتحيزة ، فإن إناث الفيران تكون أكثر جانبيه من الذكور ، ذلك رغم أن توزيع الأفراد التي تستخدم الكف الأيمن والأيسر يكون متساويا في كلا الجنسين . وعند اختبار الفيران عديدة الخبرة في العوالم المتحيزة فإن الإناث كانت أكثر جانبيه مما تفعله الذكور . هل يمكن أن يؤدي ذلك إلى اقتراح وجود أثر لكروموسومات الجنس يؤدي إلى تقوية أو أضعاف الجانبيه في الفيران ؟ وحتى ولو كان ذلك حقيقة فلا يوجد برهان عن المكون الوراثي لعدم التماثل عند قياسه بواسطة بدائل اختبار الجين أو اليسار .

الإنسان

يسود في الإنسان استخدام يده اليمنى للتعبير في مهاراته وتفضيلاته . والتحيز لليمين يبدو في كل الثقافات الحاضرة تماماً مثل ما كان سائدا في الثقافات المنقرضة .

قسم ٢ - ٤ أوضح إمكان اختباره وجود التحكم الوراثي بالمقارنة بين التوائم أحادية الزيجوت والتوائم ثنائية الزيجوت (انظر أيضاً فصل ٧) . كانت أزواج التوائم أحادية الزيجوت أكثر تشابهاً عن أزواج التوائم ثنائية الزيجوت . وقد لوحظ التأثير المعقد للتغير في البيئات في توائم التوأمين .

وقد لخص كولينز Collins البيانات الخاصة باستخدام الأيدي في الإنسان بوضعها في جدول ووضع الأرقام قرين التراكيب الوراثية $L-L, R-R, L-R$ لكلا من أزواج التوائم أحادية الزيجوت والتوائم ثنائية الزيجوت (جدول ٥ - ٦) . والأرقام المتوقعة هي تلك التي تعتمد على الصدفة حيث $p =$ عدد الأفراد الذين يستخدمون يدهم اليمنى و $L =$ عدد الأفراد الذين يستخدمون يدهم اليسرى وفي كلتا الحالتين فإن التوزيعات تكون مقارنة جدا لتوقعات التوزيع ثنائي الحد $L:q^2, R:2Pq, L-R:2Pq, R-L:q^2$. هذه النتائج تعد متوقعة عند اختبار أفراد لا علاقة بينها مأخوذة من عشيرة واحدة . على ذلك فيوجد مكون وراثي لاستعمال الأيدي في الإنسان ويمكن التعبير عنه بواسطة الانحراف عن التوقعات الرياضية للتوائم حيث يوجد نقصا في عدد أزواج $R-L$. بالإضافة لذلك فإن انحراف التوائم أحادية الزيجوت عن النسب الرياضية يجب أن يكون أكبر عن المحسوب بالنسبة لتوائم ثنائية الزيجوت إذا استمر المكون الوراثي موجودا ولكن الأمر أيضاً ليس كذلك . وعلى ذلك فإن بيانات التوائم تكون غير متوافقة مع التوقعات المحسوبة على الأسس المنديلية للتوارث . فالتوائم ليست أكثر تشابهاً في استعمال الأيدي أكثر مما هو متوقع على أساس من الصدفة ولذلك فقد علق كولينز في إحدى المناقشات الخاصة بدراسات التوائم (١٩٧٧) قائلا : « إنني أكرر أن هذه البيانات يجب مواجهتها

جدول ٥ ٦ البيانات المجمعة لتوزيعات استخدام اليد اليمنى واليد اليسرى في الإنسان في أزواج التوائم أحادية وثنائية الرجبوت .

	عدد الأزواج			الترقيم الرباعى		
	RR	RL	LL	RR	RL	LL
أحادية الرجبوت	782	244	37	771.70	264.60	28.70
ثنائية الرجبوت	812	224	18	811.66	224.69	17.66

Source: Collins, 1977a.

المصدر : كولنز Collins ١٩٧٧ .

تربيعيا . فليس من الحكمة أن نستمر في تطوير نماذج لاستعمال الأيدى تنطبق على الحالات الفردية فقط . وهو بالطبع يميل لترتيب نماذج الجانبية التي عرفت من الدراسات السابقة لتتضمن (١) نماذج الجين المنفرد (٢) زوجين من الجينات (٣) نموذج غير وراثي (٤) تحويل للنموذج الغير وراثي بعد فيه استخدام اليد اليمنى الخاصة الإنسانية الأساسية ، مع ارجاع ظهور حالات العسر (استخدام اليد اليسرى) إلى مختلف الأسباب البيئية (انيت Annett - ١٩٧٨ ، وأيضاً ليفى Levy - ١٩٧٧) . في النموذج الغير وراثي قد نشأ الجانبية بسبب التوارث الحضارى أو من بعض العوامل الغير معروفة التي تمهد لعدم التماثل . وبما أن الجانبية تظهر مبكرة جدا ، على المستويين السلوكى والتشريخى ، تلبو الإمكانية الأخيرة محتملة .

وختاماً ، إذا كانت صفة القدرة على استخدام يد معينة نفسها لا تتضمن مكوناً وراثياً ، فإننا لابد أن نسأل ، كما تم ذلك من قبل بالنسبة للفيران ، إذا كان هنالك مكون وراثي يحدد درجات الجانبية . وكما هو الحال في الفيران يوجد تباين بين الجنسين حيث تبدى الذكور البالغة درجة أكبر من الجانبية عن الإناث في القدرات اللفظية وتقدير الأبعاد المرئية والجانبية الكلية (كولنز Collins b 1977) هل يعنى ذلك أن الذكور تمتلك تخصصاً أكبر في القدرات الدماغية ، أم أن انتظامها الدماغى أضعف مما يؤدى إلى كفاءة أكبر في التكيف مع التحيزات البيئية المستمرة ؟

والخلاصة أن السؤال الخاص بوجود مكون وراثي للجانبية بعيد عن الحل ، حتى في كائنات مثل الدروسوفلا والفيران ، التي يمكن أن تجرى عليها تجارب الوراثة السلوكية الأكثر دقة . بالنسبة للإنسان فالمداخل الموسعة للدراسة ، مثل التي تتم بالنسبة للأمراض العقلية والذكاء (فصل ١١ و ١٢) تعد ضرورية . ونحن نعتقد أنه إذا ما استطاع دارس الوراثة السلوكية التطورية توضيح وراثية الجانبية ، فإن النتائج لابد أن تطبق على الإنسان . والواقع أن لدراسات الجانبية وضعها الاستثنائى بالمقارنة بكل الصفات الأخرى المدروسة . ففي هذه الصفات تلخص المشكلة في دور كل من الوراثة والبيئة .

أما بالنسبة للجانبية فوجود المكون الوراثي نفسه من عدمه يخضعان للتساؤل .

ملخص

أغلب الصفات السلوكية تخضع لتحكم وراثي أكثر تعقيدا من أن يتبع بسهولة من نتائج الانعزال . تعد طرق دراسة الكمية الخاصة بفصل التباين الكلي للصفات إلى مكونة الوراثة والبيئة هامة في هذا المجال . ونحن نتجه أساسا إلى أن نأخذ في الاعتبار الصفات التي يتحكم فيها العديد من الجينات . ومن الممكن باستخدام طرق تربية خاصة تحديد مواقع الجينات المتحكم في الصفات الكمية على مناطق معينة من الكروموسومات ، مثل ما تم بالنسبة للدراسات الانتحاء الجغرافي في الدروسوفلا ميلانوجاستر والعزل الجنسي في الدروسوفلا بوليستورم . هذه الملحوظة الأخيرة أوضحت أن مستويات العزل الجنسي تخضع للتحكم الوراثي ، وذلك ما تم إظهاره في الدراسات التي تمت على نوعين من الطيور المحبة وهجنها .

وقد ظهر أن عدد كبير من الصفات السلوكية المتنوعة تخضع وراثيا لنظام التعدد الجيني . مثل هذه النتائج تم التوصل إليها بالنسبة للدروسوفلا والقوارض والكلاب والإنسان . أغلب هذه الأعمال تمت في الخمسينات والستينات عندما ساد الاعتقاد باسقاط المكونات المتوارثة في الصفات السلوكية .

وعموما ، فبخلاف الصفات الكمية الأخرى ، نجد أن الجانبية (مثل استخدام الأيدي) لم يتم إثبات وجود مكون وراثي بالنسبة لها . وبالمقارنة ، نجد أن إثبات وجود مكون وراثي للصفات الكمية الأخرى يبدو بسيطا وبلا خلاف .

الفصل السادس

التحليل الكمي حيوانات التجارب

٦ - ١ الوراثة الكمية

الوراثة الكمية هي دراسة التباين في الصفات التي تتميز الجينات المسؤولة عن التباين الملاحظ فيها بانعدام إمكانية التعرف عليها بصورة فردية . وقد شرحت بعض الأمثلة في الفصل الخامس كما قدمت بعض الأسس الرئيسية في قسم ٢ - ٢ والهدف من الوراثة الكمية هو تقسيم قيمة الشكل الظاهري المقاسة إلى مكوناتها - المكونات الوراثية والمكونات البيئية . من هذا المنطلق فإن الصفات السلوكية لا تختلف عن الصفات الظاهرية العادية ذات الطبيعة الكمية التي درست باستفاضة في الحيوانات . وقد ظهرت مراجع كاملة عن الوراثة الكمية ، على سبيل المثال فالكونر (Falconer) (١٩٦٠) وماذر وجنكر (Mather and Jinks) (١٩٧٠) . استخدم هؤلاء المؤلفون اصطلاحات رياضية مختلفة ، وفي مناقشتنا سوف نستخدم منها ما وضع بواسطة فالكونر .

إن مستوى التباين للعديد من الصفات السلوكية داخل أو بين البيئات المختلفة أكثر منه بالنسبة للعديد من الصفات الظاهرية - ولهذا السبب فإن مزيدا من الانتباه يجب أن يبذل للتحكم في البيئة التي تدرس فيها الصفات السلوكية لأن أهميته في هذه الحالة أكثر من أهميته لتحليل الصفات الظاهرية الأخرى . وفي بعض الحالات فإن أثر البيئة نفسه يكون مثيرا للانتباه بالإضافة إلى ذلك فإن التعلم والتفكير يجب أن يؤخرا في الاعتبار - وهذا هو أحد الملاح التي تميز وراثة السلوك عن أقسام الوراثة الأخرى . وإمكانية وجود الخبرة السابقة من الأسس اللازمة لعمل التجارب بأقصى درجات الدقة المثالية ، وإلا فإنه سوف يكون من الصعب التوصل إلى تفسيرات وراثية دقيقة . وفي الإنسان فإن الخبرة السابقة لا يمكن التحكم فيها كما هو الحال في حيوانات التجارب بسبب استحالة التحكم في البيئة أو إجراء دراسات على التربية التجريبية . وعلى هذا فإن

تقديرات البيانات السلوكية في البشر تكون غاية في الصعوبة وهنا من الأسباب الرئيسية التي يحتمل حولها النقاش حول اختلاف الأجناس في الذكاء (انظر فصل ١٢) . وعلى ذلك فلنشتي الاعتبارات ينظر للإنسان على أنه حالة خاصة . وسوف نهتم بمجوانات التجارب في هذا الفصل ، ونزود منها بما يلزمنا من معرفة حتى يمكننا مناقشة الوضع في الإنسان في الفصل ٧ . وأقسام ٦ - ٨ حتى ٦ - ١٠ في هذا الفصل يمكن تطبيقها مباشرة على الإنسان .

٦ - ٢ الفاعل بين التركيب الوراثي والبيئة

(تفاعلات GE)

إن أبسط نماذج الوراثة الكمية تفترض أن التأثيرات المتصاحبة للتركيب الوراثي والبيئة تكون بالإضافة . ومن هذا الافتراض فإن أى تركيب وراثي لو كانت له فيما أعلى لإحدى الصفات عن تركيب وراثي آخر في بيئة ما فإنه يعطى فيما أعلى في كل البيئات . هذا افتراض معظم نماذج الوراثة الكمية النظرية ، وليس من الضروري أن يكون ذو أهمية من الناحية العملية . ناقش هالدين Haldane (١٩٤٦) العلاقات التي يمكن أن توجد بين تركيبين وراثيين B,A ، بقياس صفة كمية في بيئتين مختلفتين Y,X ، وترقم القيم الأربعة المتطابقة من ١ إلى ٤ تبعاً لقيمتها . وعلى هذا $1 \times 4 = 3 \times 2$ $2 = 4$ طريقة لتركيب ٤ مفردات في مختلف التتابعات . ولكن لو فرض اعتباطياً أن AX (التركيب الوراثي A والبيئة X) سجل أكبر القياسات عندئذ يكون هناك منطقياً ستة ترتيبات مميزة فقط ، كما يظهر في جدول ٦ - ١ . ومنه نرى :

• ترتيبات B < A. 1b, 1a في كلا البيئتين . في كلا من 1a قيمتي A < أعلى قيم B ، وعلى ذلك تكون A دائماً < B . وفي 1b فإن B < X ، وذلك رغم أن B,A في ظلها هما نفس المرتبة النسبية .

• ترتيب ٢ . B < A في X ولكن B > A في Y ، مع أن Y < X . استنتج هالدين مثلاً محتملاً لذلك ، حيث النوع (A) مستأنس والنوع البري (B) في بيئة صناعية (X) وطبيعية (Y) . كلا النوعين يصبح في حالة أحسن في البيئة الصناعية التي تمنحه الحماية أكثر من البيئة الطبيعية ، مع أن الأنواع البرية تكون نسيباً أحسن حالاً من الأنواع المستأنسة في البيئات الطبيعية .

• ترتيب ٣ . B < A في Y,X ولكن AX < BX, AY < BY . فالبيئتان Y,X هما تأثيرات معاكسة على كلا النوعين من الأفراد . اعطى هالدين مثلاً على ذلك الأشخاص

الطبيعيين (A) والمتخلفين عقليا (B) في مدارس عادية (X) ومدارس خاصة (Y) .

• ترتيبات 4b, 4a . البيئات مرة أخرى لها تأثيرات معاكسة على كلا النوعين من الأفراد كما في ٣ ، ولكن يظهر تخصصا . فمثلا B,A كلاهما يتوافق تماماً مع بيئته الخاصة Y,X . وهذا يتضح من منطلق الأقلية التطورية للأفراد في بيئاتها الخاصة والذي يعرف بانتخاب المواطن habitat selection فالتفضيل الحراري لسلالات الفيران *Peromyscus maniculatus* يمكن ذكرها كمثال سلوكي . فسلالات *P. maniculatus bairdii* (فأر المروج) و *P. maniculatus gracilis* (فأر الأيائل) كلاهما يظهر تفضيلا في البيئات الصناعية التي تكون شديدة الشبه ببيئاتها الطبيعية الأصلية (هاريس Harris ١٩٥٢) .

جدول ٦ ١ : علاقات القياسات لصفة كمية عند وجود تركيزين وراثيين (B,A) في بيئتين مختلفتين (Y,X)*

الترتيب	التركيب الوراثي	الصفة	
		X	Y
1a	A	1	2
1b	B	3	4
	A	1	3
2	B	2	4
	A	1	4
3	B	2	3
	A	1	2
4a	B	4	3
	A	1	3
4b	B	4	2
	A	1	4
	B	3	2

* القياسات رُفعت من ١ إلى ٤ حسب قيمتها AX تفترض أنها أكبر القيم الأربعة

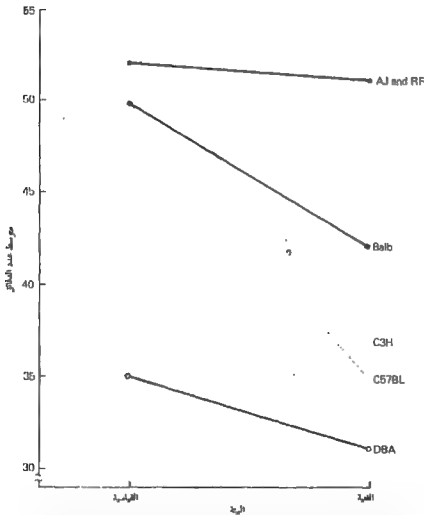
المصدر : هالدين Haldane ١٩٤٦ .

فضلا عن ذلك ، فإن أفراد نسل تلك الفيران التي نشأت في المعمل اختارت البيئات المشابهة ، مما يعزى إلى وجود دور للتركيب الوراثي في الانتخاب . قدر أوجليفي وستنسون Ogilvie & Stinson (١٩٦٦) درجات الحرارة المثلى لكل من *P. maniculatus gracilis* ، *P. maniculatus bairdii* فكانتا ٢٥,٨°م و ٢٩,١°م ، على الترتيب ، ومن هذا يظهر أن السلالة *P. maniculatus gracilis* قد انتخبت لتلائم بيئة الغابات الدافئة والسلالة *P. maniculatus bairdii* انتخبت لبيئة الحقول الباردة .

وفي النهاية كمثال معلمي حيث يمكن التحكم في البيئة ، سنناقش أولا بعض بيانات هندرسون Henderson (١٩٧٠) عن تأثير الخبرة المبكرة . فقد قدر متوسط عدد

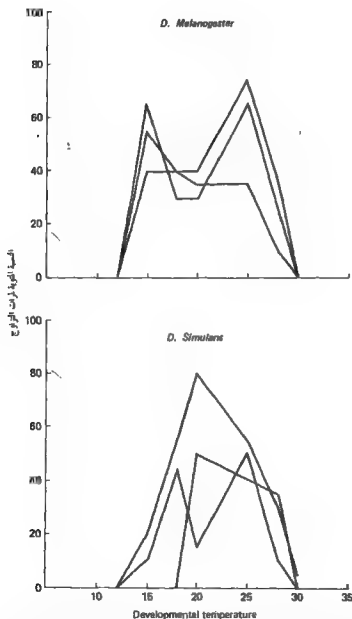
الدقائق اللازم للوصول للطعام لسنة سلالات من الفئران المرباه في بيئة عادية وأخرى غنية (شكل ٦ - ١) . بعض تفاعلات هالدين السابقة الذكر تظهر هنا إذا أخذنا في الاعتبار السلالات في أزواج . انظر إلى البيانات آخذًا السلالات في أزواج وحاول أن تجد أنواع التداخلات المختلفة التي تبديها .

يوجد نوع آخر من تفاعل التركيب الوراثي والبيئة (GE) درس قليلا من الناحية السلوكية وهو تكرار حدوث مستوى عال من الخلط النووي والزنيجوتي (بمعنى وجود طفرات تركيبة كروموسومية بخالة خليطة) في البيئات المتطرفة (بالنسبة لدرجات الحرارة غالبا) بمقارنتها بالبيئات المثلى . ومن أحسن الأمثلة على ذلك ما وجد في



شكل ٦ - ١ : الوقت اللازم للوصول إلى الطعام لسنة سلالات فئران ريت في بيئة غنية . سلالات RF, AJ أبديا نفس المتوسطات (عن إيرلنجر كملنج Erlenmeyer-Kimling ١٩٧٢) .

دروسوفلا سيد أو بسكيورا فقد وجدت اختلافات تلاؤم كبيرة بين حالات الخلط النووي والنقاوة النووية ، فدرجات الحرارة القصوى عند ٢٥°م تؤدي إلى أفضلية وجود الخلط النووي وإلى حالة ثابتة من حالات تعدد المظاهر . ولكن عند درجة



شكل ٦ - ٢ : تأثير تغير درجة الحرارة على النسبة المئوية للتزاوج في ثلاثة سلالات ممثلة بمشركة الانثى ،
لنوعين متزاوجين تكاثرهما دروسوفلا ميلانوجاستر وسميولانس (عن مالك كينزي McKenzie ١٩٧٨) .

١٦,٥ فإن الفروق التلاؤمية تختفى ، وعند درجة ٢٢م فإننا نحصل على حالة متوسطة (رايت ودوبز انسكى Wright and Dobzhansky ١٩٤٦ و فإن فالين ولفين ويردمور Van Valen, Levine, and Beardmore ١٩٦٢) . وجد بارسون وكاول Parsons and Kaul (١٩٦٦) تفاعل وراثى يبنى (GE) حقيقى بين درجة ٢٠م و ٢٥م لبعض الطرز النووية فى دروسوفلا سيد وابسكيورا لسرعة التزاوج ، فلقد ظهر أثر الاختلافات الملاحظة بين درجتى الحرارة جليا على الطرز النووية النقية أكثر من الطرز النووية الخليطة ، مما يعزى إلى وجود أفضلية للخلط النووى عند درجات الحرارة المتطرفة .

ويمكننا القول أنه بسبب وجود التفاعل الوراثى GE فإن الطرز النووية الخليطة تبدى موائمة سلوكية behavioral homeostasis أكثر مما تبدى الطرز النووية النقية . وقد وجدت نتائج مشابهة لعوامل الملاءمة فى عديد من الأنواع (بارسونز Parsons ١٩٧١) . فعلى سبيل المثال صفات بقاء وحيوية اليرقات أظهرت توازنا أكثر فى التراكيب الوراثية الخليطة عنها فى الأصيلة فى دروسوفلا ميلانوجاستر وسيدو ابسكيورا (للمراجع انظر بارسونز Parsons ١٩٧١ و ١٩٧٣) .

مثالنا الأخير على التفاعل الوراثى البيئى GE مأخوذ عن ماك كينزى McKenzie (١٩٧٨) الذى درس عدد من التلقينات التى تحدث فى ٣٠ دقيقة عند درجة حرارة ٢٥م لأنوعين منعزلين تكاثريا من دروسوفلا ميلانوجاستر وسيميولانس المرباه على درجات حرارة تتراوح بين ١٢م و ٣٠م . استخدم ماك كينزى عشرة سلالات من كل نوع ، حصل على كل منها من أنثى واحدة ملقحة ، هذه الإناث تم جمعها من عشائر برية ، وشكل ٦ - ٢ يوضح نتائج النوعين ممثلة بثلاثة سلالات لكل نوع .

بالنسبة لدروسوفلا ميلانوجاستر فإنها تحافظ على أن تبدى ميلا للتزاوج عند مدى أعلى من درجات الحرارة عنه بالنسبة لدروسوفلا سيميولانس ، وهذه النقطة سوف تناقش بتفصيل أكثر فى قسم ١٣ - ٢ . ومن فحص شكل ٦ - ٢ يظهر أن ترتيب السلالات غير متماثل عند كل درجة حرارة وهذا يعزى إلى وجود التفاعل الوراثى البيئى فى كلا النوعين . والتباين الكلى فى مثل هذه البيانات يمكن تحليله بطريقة إحصائية يطلق عليها تحليل التباين (انظر الملحق ٦ - ١) . وهذه الطريقة تسمح بتجزئة التباين الكلى فى مجموعة من البيانات إلى مسبباتها الخاصة وتقدير معنوياتها . وفى هذا المثال ، فإننا يمكننا

تحليل التباين الكلي إلى تأثيرات اختلافات الحرارة والسلالات (التركيب الوراثي) والتفاعل بين الحرارة والسلالات . ومن الملاحظ أن هناك تأثير معنوي كبير يرجع إلى الحرارة حيث تقل مرات التزاوج عند تربية الحشرات عند درجات حرارة متطرفة وتزداد عند تربيتها عند درجات حرارة متوسطة . بالإضافة إلى ذلك يوجد تأثير معنوي خاص بنوعية السلالة والتفاعل بين السلالات ودرجات الحرارة . كل المصادر الثلاثة للتباين تكون معنوية باحتمال $P = 0.001$. هذا المثال الخاص بالتفاعل الوراثي والبيئي ذو أهمية خاصة ، حيث يمكن ربطه مباشرة بما يحدث في الطبيعة من تباين في الحرارة كعامل بيئي على درجة كبيرة من الأهمية بالنسبة للدروسوفلا .

والنماذج الأساسية للوراثة الكمية تفترض أنه لا يوجد تفاعل بين البيئة والوراثة . إلا أن نظرية الوراثة الكمية تصبح غاية في التعقيد إذا لم يوضع هذا الافتراض . ولابد أن يكون واضحاً الآن أن النقص في نظرية الوراثة الكمية ، الذي يعنى العاملين بالوراثة السلوكية ، مرجعه إلى تكرار افتراض انعدام التفاعل بين الوراثة والبيئة .

وكما ذكر في قسم ٢ - ٢ فإن قيمة الشكل الظاهري P لأحد الأفراد تتكون من جزئين : قيمة وراثية G يحكمها التركيب الوراثي للفرد وتباين بيئي E الذي ربما قد يكون بالسلب أو الايجاب وعلى هذا

$$P = G + E$$

ومن أهم ملاحظ هذه المعادلة أن E, G ليس متلازمين . والقياس الآخر الذي يصف العشائر هو التباين ، والتباين الظاهري ، بفرض عدم وجود تفاعل وراثي بيئي يكون :

$$V_P = V_E + V_G$$

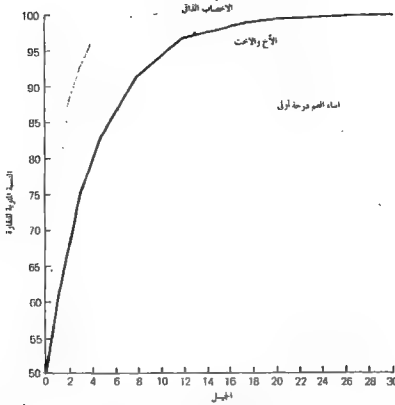
حيث V_E, V_G يمثلان التباين الوراثي والبيئي على الترتيب . ووجود التفاعلات الوراثية البيئية سوف يؤدي إلى زيادة التباين الظاهري الكلي وعلى ذلك فليس من الغريب أنه كلما زادت هذه التفاعلات فإننا نلاحظ زيادة في مستوى التباين .

ومن الأهمية بمكان أن نميز بين التفاعل الوراثي البيئي كما نوقش وما يحدث من تضارب آخر حول التفاعل الوراثي البيئي . هذا عندما يكون هناك تلازم بين تركيب وراثي وبيئة ما . فإذا كان هناك تلازم موجب بين تركيب وراثي وبيئة ما فإن التباين

الوراثي تزداد أهميته ، وعندما يكون التلازم ساليا تقل أهميته . فعلى سبيل المثال فى الإنسان ، قد اقترح أنه فى البيئة الملائمة فإن التأثيرات الوراثية تعطى تعبيرا تماما عما إذا لم يتوفر ذلك . فإذا كان الأمر كما سبق فإن هذا يكون انعكاسا للتلازم الموجب بين التركيب الوراثى والبيئة . سوف يناقش ذلك على وجه الخصوص فى فصل ٧ و ١٢ عندما يؤخذ فى الاعتبار البيانات الخاصة بالإنسان حيث يتكرر حدوث التلازم الموجب بين التركيب الوراثى والبيئة . ومن الأمثلة الزراعية التى تظهر هذه التلازمات اعطاء الحيوانات الجيدة كمية أكبر من الطعام . وفى الظروف الطبيعية قد يحدث ذلك إذا بحثنا عن الحيوانات فى البيئات الأكثر ملاءمة لها . وسوف يناقش تفصيلا فى الفصل ١٣ الانتخاب البيئى . ومن الأهمية بمكان أن نقدر الفروق الدقيقة بين التفاعلات الوراثية والتلازمات الوراثية البيئية . وسوف تهمل مثل هذه التعقيدات فى هذا الفصل حيث تهتم بايضاح أبسط النماذج للوراثة الكمية . وهذا بسبب أنه فى الحيوانات العملية فإن البيانات المتحصل عليها يمكن بتخطيط التصميمات التجريبية تقليل هذه التعقيدات . وكما سنرى فيما بعد فى الفصل القادم ، عندما تعود للإنسان ، فإنه من المستحيل إهمال هذه الأمور . يرجع ذلك ببساطة إلى أنه فى حالة الإنسان فإن تحليل البيانات ينحصر فى المتحصل عليها مباشرة من العشائر الآدمية . وتحدث نفس المشكلة عند دراسة الحيوانات مباشرة فى بيئاتها الطبيعية (فصل ١٣)

٦ - ٣ التباين داخل وبين السلالات المرباه داخليا

السلالات المرباه داخليا هى السلالات المتحصل عليها بواسطة تزاوج الأخ والأخت (تزاوج الأخوة sib mating) وطرز التزاوج الأخرى التى أجريت معمليا فى أنواع مثل دروسوفلا ميلانوجاستر والفيران . ويؤدى تزاوج الأخوة كنظام للتربية الداخلية إلى زيادة نقاوة فى كل جيل ويوضح شكل ٦ - ٣ النسبة المثوية للنقاوة المتوقعة عند تطبيق ثلاث نظم مختلفة من التربية الداخلية : التلقيح الذاتى وتزاوج الأخوة وتزاوج أبناء العم من الدرجة الأولى . فمثلا لنظام تزاوج الأخوة فإن النسبة المتوقعة للزيادة فى النقاوة كبيرة . كما أنه فى الحقيقة ، فإن نسبة الخلط تقل ١٩,١ فى المائة من تلك الموجودة فى الجيل السابق مقارنة بنسبة ٨ فى المائة لتزاوج أبناء العم من الدرجة الأولى . بالنسبة للتلقيح الذاتى فإن الرقم يوازى ٥٠ فى المائة ، وعلى هذا فإن نسبة الأفراد الخليطة تقل إلى النصف كل جيل .



شكل ٦ ٣ : التقاوة في الأجيال الناجمة تحت ثلاثة نظم من التربية الداخلية (عن فولر وفوميسون Fuller and Thompson ١٩٦٠) .

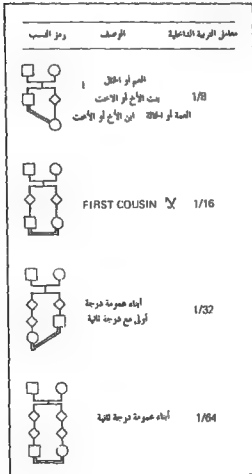
وسرعة التربية الداخلية أو الدرجة التي يعتبر الفرد مربي داخليا على أساسها يمكن قياسها بمعامل التربية الداخلية **inbreeding coefficient** (فالكونر Falconer ١٩٦٠) . وطريقة الحساب تفصيلا لا نهتمنا في هذا المقام ، وهو يعبر عن احتمال أن الأليلين في موقع ما في أحد الأفراد قد حصل عليهما من أليلات سالفة وهذا يعني أنه كلما بعد هذا الأليل السالف قلت قيمة F_i . ونعسب قيمته لأي فرد معين يتبع خطوط النسب من الجد المشترك لكلا أبويه . وإذا حسبنا عدد خطوات التربية الداخلية ابتداء من أبويه حتى الجد المشترك بـ n_1, n_2 على الترتيب فإن معامل التربية الداخلية يمكن التعبير عنه ببساطة على النحو التالي

$$F = (1/2)^{n_1 + n_2}$$

، على هذا فيفحص النسب في شكل ٦ - ٤ بالنسب من أبناء العم من الدرجة الأولى

$n_1 = n_2 = 2$ فتكون $F = \frac{1}{4}$ وللنسل من أبناء العم من الدرجة الثانية $n_1 = 1$ و
 $n_2 = 2$ فتكون $F = \frac{1}{8}$ ولتزاوج أبناء العم من الدرجة الأولى $n_1 = 2$ و $n_2 = 3$
 فتكون $F = \frac{1}{16}$. وفي العشائر الكبيرة المتزاوجة اعتباطيا $F =$ صفر .

ووصول السلالات إلى درجة النقاوة التامة (متطابقة وراثيا isogenic) يُحتمل
 الجدل ، لإمكانية تأخر النقاوة إذا كانت الأفراد الحليطة أكثر موائمة عن مثيلاتها من
 الأفراد الأصلية ، ولو أن نسبة النقاوة ترتفع بسرعة بعد عدة أجيال من التربية الداخلية .
 وبفرض الوصول إلى النقاوة الكاملة ، فإن جميع أفراد السلالة المرباه داخليا تكون متماثلة
 وراثيا ، وهذا يعنى أن كل الاختلافات داخل السلالة المرباه داخليا مرجعها إلى البيئة .
 الواقع أن الخلافات بين السلالات يكون مرجعها إلى اختلاف التراكيب الوراثية



شكل ٦ - ٤ : معاملات التربية الداخلية
 باستخدام نظم مختلفة من التربية الداخلية .

بالإضافة إلى الاختلافات البيئية . فحتى إذا كانت بعض هذه السلالات مرباه داخلية ناتجة من نفس العشيرة ، فإن التراكيب الوراثية للسلالات تكون مختلفة حيث تلعب الصدفة دورها في نقلاوة بعض المواقع في السلالات المختلفة .

ويوضح جدول ٦ - ٢ بعض البيانات عن صفة سلوكية في ست سلالات مرباه داخلية من الدروسوفلا ميلانوجاستر . والصفة هي عدد مرات جرى الحشرة خلال عشرة فترات ملاحظة كل منها ٦ ثوان (وذلك بدون توقف) بطول أنبوبة الملاحظة . كان هنالك إجمالا ستة مجموعات من ١٠ ملاحظات لكل سلالة . فإلى أي مدى كان التباين في هذه البيانات داخل السلالات وبين السلالات وبعضها ؟ حيث يفترض أن السلالة مرباه داخلية وأنها نقية ، فالتباين داخل السلالة يجب أن ينظر إليه على أنه بيئي . أما التباين بين السلالات فله جزء وراثي بالإضافة إلى الجزء الذي يعزى للبيئة .

ولتقدير التباين داخل وبين السلالات فيمكن إجراء تحليل التباين (انظر قسم ٦ - ٢) . فيمكن في تحليل التباين لمجموعة من البيانات أن تعزى إلى مسببات خاصة . والشرح المفصل للبيانات الموجودة في جدول ٦ - ٢ يوجد في ملحق ٦ - ١

جدول ٦ - ٢ : عدد المرات ، المشاهدة في عشرة فترات ملاحظة لمدة ٦ ثوان ، التي تجريها الحشرات التابعة لستة سلالات مرباه داخلية من الدروسوفولا ميلانوجاستر بطول أنبوبة الملاحظة

السلالة	رقمها	رقمها	SC/L	المتوسط	الاجمالي
4	3	7	8	7	5
6	1	5	10	4	7
8	1	6	6	7	9
6	3	6	10	7	6
7	3	6	9	9	8
5	5	6	8	6	9
Total	36	36	51	40	44

اختبرت ست حشرات من كل سلالة . اعتبرت الـ ٣٦ حشرة مجموعة تجريبية واحدة .

المصدر Hay ١٩٧٢

من هذا نرى أن التباين الوراثي $V_G = ٣,٥٣$ وأن التباين البيئي $ov_E = ٠,٢٠٥$.

ومن المستحسن حساب المكون الوراثي من التباين الظاهري بهذه الطريقة :

$$\frac{V_G}{V_G + V_E} = \frac{V_G}{V_P} = 0.63 = h^2$$

وهذا يعبر عنه بالمكافئ الوراثي بالمفهوم العريض h^2_B , heritability in the broad sense أو هو درجة تحكم الوراثة في صفة معينة . وقيمة h^2_B تتراوح ما بين صفر إلى ١ . فإذا كانت صفر أى $V_G = 0$ صفر فإن الصفة تحكمها البيئة تماماً . أما إذا كانت قيمته ١ فإن الصفة تكون محكومة وراثيا كلية . والرقم السابق ٠,٦٣ . وهو عال نسبيا لـ h^2_B وفي المدى الملائم للصفات الكمية سواء كانت ظاهرية أو سلوكية .

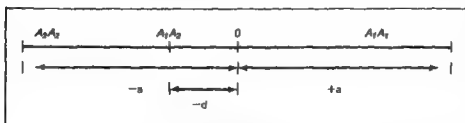
ولابد من التأكيد بأن المكافئ الوراثي بالمفهوم العريض هو خاصية للسلاسل المرباه داخليا تحت الظروف البيئية السائدة . فإذا أجريت التجربة تحت ظروف مخالفة أو بسلاسل أخرى أو بكلية فإن القيم المتحصل عليها تكون مختلفة . يجب أن يكون هذا واضحا من مناقشة تفاعلات الوراثة بالبيئة في القسم السابق . ولتقييم مكونات التباين وكذلك المكافئ الوراثي لعشيرة ما في نوع غير خاضع للتربية الداخلية ، لابد من الحصول على عينة عشوائية من السلاسل المرباه داخليا من هذه العشيرة . وعندئذ فمن الناحية النظرية نتوقع أن القيم المتحصل عليها تعود إلى قياسات العشيرة الأبوية أكثر من السلاسل الموجودة في العينة . ولسوء الحظ فإن هذا الأمر لا يمكن انجازه بشكل مباشر ، ولكن لكل الأهداف والأغراض العملية يجب أن تسمح مجموعة السلاسل المرباه داخليا بإعطاء تقديرات واقعية بشكل ما . على أنه في كل الحالات ، وخاصة في الصفات السلوكية ، فيجب التحكم في البيئة بدقة ما أمكن وتحديدتها عند عمل أية تقديرات .

٦ - ٤ مكونات التباين الوراثي

دعنا ننظر الآن للتركيب الوراثي ذاته . إذا اعتبرنا وجود البين في موقع ما A_2, A_1 ، فيكون هناك ثلاثة تراكيب وراثية محتملة هي $A_2A_2, A_1A_2A_1A_1$ - اثنان منهما أصلية وواحد خليط . فإذا كان متوسط القياس (القيمة الوراثية) للتركيب الخليط A_1A_2 عبارة عن متوسط التركيبين الأصليين أو $2(A_1A_1 + A_2A_2)$ فإننا يمكن أن نقول أنه لا توجد سيادة . أو بمعنى آخر يمكننا أن نكتب متوسط قيمتي التركيبين الأصليين بالقيمة صفر للتعبير عن أنه لا توجد سيادة (شكل ٦ - ٥) . هذا الشكل يوضح التراكيب الوراثية الثلاثة على مقياس طولى بالبداية (القيمة صفر) عند النقطة المتوسطة بين التركيبين الأصليين . وتعطى قيما للتركيبين الأصليين a^+, a^- ولتركيب الخليط قيمة سالبة أو موجبة d على حسب وجودها على أى من جانبي البداية ، اعتمادا على حجم وقيمة تأثير التركيب الخليط . ويجب التأكيد على أن المتوسطات تؤخذ في يثبات

معرفة .

ونود أن نلقى نظرة على المساهمة المتوقعة من هذا الموقع على التباين الوراثي للجيل الثاني F_2 في تهجين بين سلالتين نقيتين أبويتين P_2, P_1 تحملان أليلات مختلفة عند هذا



شكل ٦ - ٥ : التباين الوراثي . قيم ثلاث تراكيب وراثية A_2A_2, A_1A_2, A_1A_1 مرتبة على مقياس طولي . البداية في نقطة متوسطة بين التركيبين الأصليين . التركيب الخليط على أحد جانبي نقطة البداية ، اعيدا على اشارة وقيمة تأثير التركيب الخليط (d) .

الموقع ، وعلى هذا تكون الآباء A_2A_2, A_1A_1 الجيل الأول P_1 يكون بالتركيب A_1A_2 . وتكون نسب تواجد التراكيب الوراثية الثلاثة في الجيل الثاني هي $1/4 A_1A_1, 1/2 A_1A_2, 1/4 A_2A_2$ ويكون قياس المتوسط في الجيل الثاني هو

$$\sum p_i x_i = 1/4 a - 1/2 d - 1/4 a = -1/2 d$$

حيث P_1 هو تكرار كل قسم و x_i هو قيمة الشكل الظاهري . وتكون مساهمة الموقع في تباين الجيل الثاني

$$\sum p_i x_i^2 - (\sum p_i x_i)^2 = 1/4 a^2 + 1/2 d^2 + 1/4 a^2 - (-1/2 d)^2 = 1/2 a^2 + 1/4 d^2$$

إذا كان هناك في سلالتين مريبتين داخليا عدد من هذه المواقع فإنها تساهم مستقلة عن بعضها في التباين الوراثي في الجيل الثاني ويمكن كتابتها على هذا النحو

$$1/2 \sum a^2 + 1/4 \sum d^2 = V_A + V_D$$

حينما يكون الجمع على المواقع المختلفة . المصطلح $V_A = 1/2 \sum a^2$ ذو أهمية فقط بين التراكيب الأصلية وهو التباين الوراثي بالإضافة . وعندما تكون $d = 0$ صفر أى لا توجد سيادة فيكون تأثير الجينين A_2, A_1 تأثيراً مضيفاً وقيمة d تعرف غالباً بانحراف السيادة تمثل $V_D = 1/4 \sum d^2$ تباين السيادة . وعلى هذا ، فإذا انحرف التركيب الخليط عن متوسط

التركيبين الأصليين فإن ذلك يؤدي إلى حدوث المكون الخاص بتباين السيادة . ويكون التباين الظاهري الكلي للجيل الثاني (V_{F2}) .

$$V_{F2} = V_A + V_D + V_E$$

نفس هذا النموذج يسمح بتقدير مساهمة مثل هذه المجموعة من المواقع في مكونات التباين في هجن أخرى ، كمثال على هذا التهجينات الرجعية للآباء والجيل الثالث . إذا كانت هنالك بيانات متاحة لعدد كاف من الهجن فإن قيم V_E, V_D, V_A يمكن تقديرها . وذلك يمكننا من وصف المكونات الوراثية والبيئة للتباين فيما يتعلق بصفة كمية في عشيرة ما . ويفضل أن يرجع القارئ لأحد المراجع مثل ماذر وجنكز **Mather & Jinks** (١٩٧٧) لهذه التفاصيل الإضافية .

قبل الاستطراء يجب أن نذكر واحدة من أهم المشاكل المعقدة في الوراثة الكمية : وهى التى تختص بنظام القياس *scale* التى تقاس على أساسه الصفة . فإذا لم يمكن الحصول على توزيع منتظم ففى الإمكان استخدام التحويل الجبرى لتحويل البيانات إلى ما يشبه التوزيع المنتظم . ومشكلة القياس لم يمكن حلها بصورة مرضية حتى تمكن ماذر **Mather** (١٩٤٩) من وضع أسس القياس معتمدا على العلاقة بين أجيال معينة [الموضوع أعقد من أن يناقش في مرجع من هذا النوع ، وعلى هذا يفضل أن يرجع القارئ مجموعة من المراجع المتخصصة (على سبيل المثال فالكونر **Falconer** ١٩٦٠ و ماذر **Mather** وجنكز **Jinks** ١٩٧٧)] . ومن الناحية النظرية ، قبل إجراء أى حسابات عن الأهمية النسبية للتركيب الوراثى والبيئة فإن كفاءة القياس لابد من اختبارها ، فإذا وجد أنها غير كافية فلا بد من البحث عن مقياس مناسب تبدو اعتباطية . وفى بعض الحالات لا يمكن الحصول على المقياس المناسب ، وعلى ذلك تكون التفسيرات الوراثية غاية في الصعوبة .

وكمثال على خواص القياس المطلوب أن التباينات يجب أن تكون مستقلة عن المتوسط فى الأجيال غير الانعزالية . وبالنسبة للصفات السلوكية ، والتى غالبا تكون حساسة للبيئة ، فهذه الخاصية قد يكون الوصول إلى درجة مرضية بالنسبة لها أمرا صعبا ، إذا ما قورن الوضع بالصفات الأقل حساسية للبيئة مثل الصفات الظاهرية ، ولكن الأمر يحتاج لمزيد من التجريب . وأحيانا يكون التحويل المناسب واضحا . وكمثال على ذلك إذا كان التباين متمشيا مع المتوسط فى P_2, P_1 (الآباء) والجيل الأول فإن حساب اللوغاريتمات يعطى تحويلا مناسباً .

لخص بروهرست وجينكر Broadhurst & Jinks (١٩٦١) العديد من التجارب السلوكية مستخدمين الطرق الاحصائية . وكمثال على ذلك بيانات داوسون Dawson (١٩٣٢) الذى اختبر وراثه صفة « البرية » *wildness* فى الفئران . وقد عرف الصفة باعتبارها سرعة الحيوان فى الجرى الأسفل فى ممر مستقيم . واستخدم الباحث حواجز متحركة لمنع الحيوانات تحت التجربة من الرجوع للخلف . وللأسف فإن هذا يعد عنصرا ذاتيا فى التجربة ، ولكن مع ذلك يمكننا استخدام نتائجها لإيضاح بعض النقاط الوراثية . وقد استخدمت سلالتان من الفئران أحدهما برية والأخرى مستأنسة . ورغم أن السلالتين لا تتمتعان بدرجة عالية من التربية الداخلية ، إلا أن تباينهما الكبير يسمح بتصور الفرق بينهما إذا ما وجدت جينات البرية والاستئناس بحالة أصيلة . وقد بينت المتوسطات والأخطاء القياسية المستخدمة فى التحليل فى جدول ٦ - ٣ . وقد عمل التحويل الضرورى للبيانات وقد وجد أن أحسنها هو التحويل اللوغاريتمى ، والتباينات المقدره بعد عمل اللوغاريتمات هي

$$V_A = 0.026 \pm 0.012$$

$$V_D = 0.002 \pm 0.008$$

$$V_E = 0.020 \pm 0.005$$

هذه التباينات تظهر ملامح للعديد ولكن ليس لكل الصفات : فالتباين الوراثى المضيف (V_A) أكبر فعليا من تباين السيادة (V_D) .

النسبة بين التباين الوراثى المضيف إلى التباين المظهري (V_A/V_P) يمكن حسابها وتعرف بأنها المكافئ الوراثى بالمفهوم (h^2) وذلك بالمقارنة بالمكافئ الوراثى بالمفهوم العريض h^2_B الذى قدر بالقيمة V_G/V_P كما فى القسم السابق . وهكذا

$$\frac{V_A}{V_P} = h^2_B$$

جدول ٦ - ٣ : سرعة الجرى (بالقران) فى مختلف الأجيال للفئران البرية والأليفة

Generation	P_1 (البرية)	P_2 (الليفة)	F_1	F_2	BC_1	BC_2
الذكور	6.7 ± 0.3	24.5 ± 1.0	7.6 ± 0.3	13.0 ± 0.6	8.6 ± 0.3	20.8 ± 1.6
الإناث	5.3 ± 0.3	25.3 ± 1.2	6.9 ± 0.3	11.8 ± 0.5	6.2 ± 0.5	18.7 ± 1.5
كلها	5.9 ± 0.2	24.9 ± 0.8	7.2 ± 0.2	12.4 ± 0.4	6.4 ± 0.4	19.7 ± 1.4

المصدر : بروهرست وجينكر Broadhurst & Jinks ١٩٦١ .

وعلى هذا فإن القياس h^2N هو مقياس للجزء من التباين الذى يرجع للجينات المضيفة . وبالتالى ، فإن مفهومه أحسن من المكافئ الوراثى بالمفهوم العريض ، وذلك لأنه يعطى مقياسا للجاميطات والجينات التى تحملها من جيل لآخر . وعلى هذا فمن الناحية الاستنتاجية فإن النسبة v_A/v_P تكون أكثر فائدة من h^2B . وفى برامج تربية الحيوان والنبات على سبيل المثال فإن المكافئ الوراثى بالمفهوم الضيق h^2N هو مقياس لكمية التباين الوراثى المتاحة على أساس التربية الانتخائية ، فالمقارنات بين السلالات المرباه داخلها (قسم ٦ - ٣) لا تعطى قيمة h^2N والسبب ذلك استحالة الحصول على قيم v_D, v_A بهذه الطريقة ، ولذلك فالطريقة تعطى فقط h^2B .

وبأخذ السلالتين المريتين داخلها P_1, P_2 والمهجن المختلفة لتعطى الجيل الأول F_1 والجيل الثانى F_2 والجيل الرجعى الأول BC_1 والجيل الرجعى الثانى BC_2 (تهجين رجعى للجيل الأول مع الأب الأول P_1 والأب الثانى P_2 على الترتيب) وكذلك كل التهجينات العكسية الممكنة ، ومن مجموع ١٤ تهجيناً يمكن عملها يمكن تمزيقة التباين الوراثى إلى تأثيرات مضيفة وتأثيرات سيادة وتغوق وتأثيرات متعاكسة . والتغوق مرجعه إلى التفاعل بين جينات المواقع المختلفة . وتحدث التأثيرات المتعاكسة عند التهجين بين شكلين ظاهرين فيحدث الاختلاف مرجعه إلى استخدام كل منهما كذكر مرة وكأنثى مرة أخرى فى التهجين العكسين . وعلى هذا ينتج تأثير متبادل بمعنى أنه إذا كان P_1 أنثى $X P_2$ ذكر يختلف الناتج عما إذا كان P_2 أنثى P_1 ذكر . مثل هذه التأثيرات يكون إرجائها إلى الارتباط بالجنس أو للتأثير الأمى أمراً سهلاً . أما تأثيرات التغوق فإنها فى العادة قليلة فى البيانات الكمية وكثيراً ما تهمل تماماً (لمزيد من التفصيل انظر ماذر وجينكر ١٩٧٧) . والتأثيرات الأمية على وجه الخصوص سوف تناقش فى قسم ٦ - ٦ .

سلالة الأب (الذكر)	سلالة الأم (الأنثى)			
	A	B	C	D
A	AA	AB	AC	AD
B	BA	BB	BC	BD
C	CA	CB	CC	CD
D	DA	DB	DC	DD

٦ - ٥ المهجن المتبادلة

إحدى الطرق المفيدة لدراسة وراثة السلوك فى الأنواع المعملية هى المهجن المتبادلة .

وهي عمل جميع التلقيحات الممكنة بين عدة سلالات أو تراكيب وراثية . ويوجد ١٦ ترتيبا ممكنا في حالة وجود أربعة سلالات . وهذه تتكون من الهجن الستة CD, BD, BC, AD, AB ، وهجنها العكسية الستة DC, DB, CB, DA, CA, BA ، وذلك عند عكس الجنس في الآباء ، وأربعة أنواع من نسل من السلالات الأبوية هي DD, CC, BB, AA . وعموما إذا كان هناك n من السلالات فإن جدول التبادل يكون به n^2 من التوافيق نتيجة n من السلالات الأبوية و $n(n-1)/2$ من الهجن و $n(n-1)/2$ من العكسية . كثيرا ما لا يتم عمل هذه الهجن ، فعلى سبيل المثال ، تهمل بعض الهجن العكسية أو السلالات الأبوية .

وتوجد عدة طرق نظرية ممكنة لتحليل الهجن المتبادلة وتعتمد إلى حد ما على المعلومات المطلوب الحصول عليها (انظر على سبيل المثال ، جريفنج Griffing ١٩٥٦ وكمبثورن Kempthorne ١٩٦٩ وماذر وجينكر Mather & Jinks ١٩٧٧) . وأول التحليلات التي أجريت على صفة سلوكية كان باستخدام 6×6 من الهجن المتبادلة بين سلالات مرباه داخليا من الجرذان (برودهيرست Broadhurst ١٩٦٠) . سجلت مرات التبرز والتجول واستخدم في التحليل طريقة ماذر وجينكر Mather & Jinks (١٩٧٧) وهامان Hayman (١٩٥٨) وزملائهم . وقدر المكافئ الوراثي بالمفهوم الضيق h^2N فكان $٠,٦٢$ لتسجيلات التبرز و $٠,٠٥٩$ لتسجيلات التجول . وكما هو الحال فإن الحد الأقصى لقيمة h^2N هو الواحد الصحيح ، وذلك عندما يتساوى التباين الظاهري مع التباين الوراثي المضيف ، أظهرت قيم h^2N المشاهدة أن مكون التباين الوراثي المضيف عال لحد ما في هاتين الصفتين .

ومن الأمثلة الجيدة في هذا المضمار ما أجراه فولكر Fulkner (١٩٦٦) عن سرعة التزاوج في اللوروسوفلا ميلانوجاستر بأخذ ذكر واحد من كل من السلالات الست المرباه داخليا واختبارهم مع ستة إناث بكارى ، بواقع اثني من كل سلالة من السلالات الست المرباه داخليا . وسجل عدد الإناث التي خصبت في ١٢ ساعة مقدرة بإنتاجها للنسل . وحيث أعطى كل ذكر مجموعة متشابهة من الإناث مكونة من ستة أفراد ، فيمكن اعتبارها مجموعات اختبارية لهذه الذكور التي ينصب اهتمامنا على سلوكها وحدها (وهذا يتعارض على سبيل المثال مع البيانات السابقة لبارسونز Parsons ١٩٤٦ الذي درس أزواج مفردة من التلقيحات داخل سلالات مرباه داخليا وهجنها ، والذي أدى إلى زيادة صعوبة وضع تفسيرات وراثية بسبب التفاعلات السلوكية بين الجنسين) . أختبرت خمسة ذكور لكل من السلالات الست المرباه داخليا وكل الهجن

الممكنة بين هذه السلالات المرباه داخليا وهذا يكون 6×6 هجن متبادلة (جدول ٦ - ٤) . وتظهر قيمتين لكل تركيب وراثي ، وذلك لأن الهجن المتبادلة كررت بعد أسبوعين من التهجين الأول . وحللت الهجن المتبادلة بواسطة طريقة هايمان Hayman (١٩٥٨) للدقيقة وطريقة ماذر وجينكز Mather & Jinks (١٩٧٧) . وقد ظهر أن القياسات الهامة كانت V_E ، V_D ، V_A ، وأكثر من ذلك فلم توجد أى تأثيرات متعاكسة .

جدول ٦ - ٤ : مكررات المحجين المتبادل عن مرعة التلقيح (عدد الإناث اللاتي أعطين من ستة احتمالات ممكنة) للذكر من دروسوفولا ميلانوجاستر .

مسطرة المياه		مسطرة الأمهات أو الإناث المصابة				
نوع المكون المصاب	6C/L	امبرو	أوريجون	ولجون	ميرفد	فرويدا
6C/L	1.4*	3.6	2.2	3.2	2.6	3.0
	1.2	2.6	2.6	3.8	3.4	3.2
امبرو	4.0	3.0	3.7	3.4	3.2	3.2
	3.2	3.8	4.6	4.0	2.8	4.2
أوريجون	2.3	3.4	1.8	3.4	2.4	2.8
	1.6	4.6	0.8	4.0	1.6	3.8
ولجون	3.2	4.4	3.8	3.0	2.4	3.6
	3.4	3.0	3.2	2.2	3.6	4.2
ميرفد	2.4	3.6	2.0	2.4	1.2	2.4
	3.2	4.0	2.2	4.6	1.2	3.8
فرويدا	3.3	4.0	3.2	4.6	2.0	2.8
	3.6	4.2	2.8	3.4	3.6	1.8

* الأرقام المعلمة توضح معرفة السلالة المرباه داخلها
المصدر: فولكر Fulker ١٩٦٦ .

ومكونات التباين المقدرة هي $0.345 = V_A$ و $0.328 = V_D$ و $0.260 = V_E$ وعلى هذا $V_P = 0.933$ ويكون $h^2N = 0.37$

ويتضح انخفاض مكون التباين الوراثي المضيف نسبيا بمقارنته بالعديد من الصفات ، أما مكون تباين السيادة فهو عال نسبيا . السيادة في هذه الليانات تكون في اتجاه سرعة التزاوج . وفي الحقيقة يمكن أن يلاحظ وجود سيادة فائقة أو قوة هجين في هذا المضمار . يتضح ذلك في جدول ٦ - ٥ . ونجد في كل الحالات أن متوسطات الهجن تفوق متوسطات السلالات المرباه داخليا المماثلة لها ، مما يوضح ظهور قوة الهجن نحو الأسرع في سرعة التلقيح وهذه النتيجة تقترح أنه في العشائر الطبيعية يوجد ما يشبه ذلك .

جدول ٦ - ٥ : متوسط تسجيلات سرعة التلقيح (عدد الإثاث اللاق أعصين من ستة احتمالات ممكنة)
لذكر من الدروسفلا ميلانوجاستر

السلالات لذكر داخلي	مجموع من إثاث كل سلالة مع إثاث السلالات الخمس الباقي	مجموع من إثاث كل سلالة مع ذكر السلالات الخمس الباقي
1.3	3.02	3.04
3.4	3.63	3.74
1.3	2.99	3.03
2.6	3.46	3.68
1.2	3.06	2.76
2.3	3.46	3.42
2.4	3.93	3.93

المصدر : فولكر ١٩٦٦ اعتماداً على البيانات لى جدول ٦ - ٤ .

وذلك مما يشير إلى الانتخاب القوي في اتجاه سرعة التلقيح (بارسونز *Parsons* ١٩٧٤). وسوف تناقش أهمية سرعة التلقيح. كأحد مكونات الملاءمة في قسم ١٣ - ٢ على وجه الخصوص .

توجد طريقة أخرى تنتمي إلى نوعية المهجن المتبادلة ، وهي الطريق المبسطة للتلقيحات الاختبارية الثلاثية *triple test cross* (TTC) ، وقد استحدثت لتحليل الصفات الكمية (انظر فولكر *Fulker* ١٩٧٢) . وهذه الطريقة اقتصادية حيث يحتاج الأمر عدد أقل من التهجينات . وفي أبسط صورها ؛ فإن التصميم يتضمن تهجين n من السلالات المرباه داخليا مع اثنتين من السلالات المتطرفة من بين هذه السلالات لينتج جدول $2 \times n$. ومن تحليل التباين في هذا الجدول ، فإن اختبارات المعنوية للتباين المضيف تباين والسيادة يمكن الحصول عليها . وإذا كانت هناك تسجيلات ممكنة للسلالات n نفسها ، ففي الإمكان إجراء اختبار معنوية للتفوق . ويوضح جدول ٦ - حجم المهجن الاختبارية الثلاثية TTC والمهجن المتبادلة الكاملة والمهجن نصف المتبادلة (تحذف فيها المهجن العكسية) اللازمة ، وكما يتضح ؛ فإن المهجن الاختبارية الثلاثية تحتاج نفس العدد من التهجينات اللازمة للمهجن المتبادلة الكاملة كلما كان عدد السلالات قليلا ، ولكن الفارق الاقتصادي يتضح كلما زاد عدد n . والطريقة المبسطة للتلقيح الاختباري الثلاثي تحتاج عددا مساويا من التهجينات مع طريقة المهجن النصف

متبادلة عندما تكون $n=0$ ، وبعد ذلك تكون طريقة التلقيح الاختباري الثلاثية أكثر نفعا .

ونظام التلقيح الاختباري الثلاثي يفيد خصوصا عندما يكون الهدف هو حصر الميكانيكيات الوراثية بتوسع ، فستستخدم العديد من السلالات المرباه داخليا ، وتسهل الاستدلال على خواص العشرة الأساسية . هنالك تحفظ هو أن n من السلالات المختبرة تحدد علاقتها بالمجينات التي تحملها السلالتين الاختباريتين ولكن طالما أن السلالتين الاختباريتين متطرفتان ؛ فلن يكون هناك فقد للمعلومات الخاصة بالمواقع الهامة . وتوجد ميزة واضحة للعمل في مجال الوراثة السلوكية تنأتى من إمكان تكرار ذلك في عدد من البيئات ومن ذلك يمكن أن تنطلق الدراسات الطموحة عن علاقة التركيب الوراثي بالبيئة .

ولكن العيب هو في الاحتياج إلى اختبار تلك السلالتين المتطرفتين تبعا للفروق الظاهرية المطلوبة . هذا يعنى أنه إذا كان أحد التراكيب الوراثية متطرفا لواحد من الصفات الظاهرية فإن الدراسة تكون محدودة بهذه الصفة فقط . ولكن لا يوجد مثل هذا التحديد في الهجن المتبادلة ، حيث يمكن دراسة العديد من الصفات في آن واحد ، بغض النظر عن أى من السلالات تكون متطرفة بالنسبة لهم . ومن ناحية أخرى فإذا وجدت سلالات معينة متطرفة لعدد من الصفات فإن ذلك يؤدي إلى تعقيدات سلوكية ظاهرية . سوف يناقش هذا الموضوع أكثر من ذلك على الفيران في قسم ٩ - ٣ .

ويعتبر فوكر عندما تكون $n = 8$ فإن الهجن نصف المتبادلة تعطى أحسن المعلومات عن فعل الجين المتحكم في السلوكيات . ولكن بالمقارنة بالهجن المتبادلة الكاملة فإن طريقتي التلقيح الاختباري الثلاثية المبسطة والهجن نصف المتبادلة لا تسمح بالتنبؤ بالاختلافات المتعكسة . ومع ذلك فإن هذه التأثيرات ليست شائعة في الوراثة السلوكية ومن الملائم اختبارهم بطريقة روتينية كما سيتضح من المناقشة في الفصل القادم .

جدول ٦ - ٦ : مقارنة بين أقل الأعداد المطلوبة من التهجينات الاختبار ٨ من السلالات لثلاثة تصميمات

عدد الهجن	٣	٤	٥	٨	عدد السلالات	
					١٢	٢٠
هجن متبادلة كاملة n^2	9	16	36	64	144	400
هجن نصف متبادلة $n(n + 1)/2$	6	10	21	36	78	210
TTC $2n + n$ $الآلة = 3n$	9	12	18	24	36	60

وكمثال على طريقة التلقيح الاختباري الثلاثية المبسطة يمكننا الرجوع إلى بيانات فولكر **Fulker** (١٩٦٦) عن سرعة تلقيح الذكور والمعروفة في جدول ٦ - ٤ و ٥ - ٦ وتحليل التباين باستخدام نظام التلقيح الاختباري الثلاثي ، فقد اتضح وجود مكونات معنوية للتباين الوراثي-المضيف وتباين السيادة كما وجد تماماً في ترتيبات الهجن المتبادلة الكاملة . وكانت قيم مكونات التباين هي $V_A = ١٥,٤$ ، $V_D = ٣,٠$ و $V_E = ٣٢,٠$. واعطت V_P القيمة $١,٠٣٥$ وعلى هذا تكون $h^2B = ٠,٦٩$ و $h^2N = ٠,٤٠$. وهذه القيم تتساوى مع القيم المقدرة سابقاً باستخدام الهجن المتبادلة ٦×٦ .

ويوضح جدول ٦ - ٧ بعض البيانات المجمعة على الجرذان بواسطة برودهيرست **Broadhurst** (١٩٦٠) وكذلك فولكر ولكوك و برودهيرست **Fulker, Wilcock, and Broadhurst** (١٩٧٢) وحللت بطريقتي التلقيح الاختباري الثلاثي والهجن المتبادلة للمقارنة بينها . فمن الصفات الأربعة التي درست نوقشت صفتي التبرز والتجول في قسم ٥ - ٥ والهجن المتبادلة الكاملة ٦ - ٦ . أما المثالان الآخران (التفادى ومحاولات العبور) فقد أخذت من هجن متبادلة ٨×٨ . وقد اعطيت الحيوانات ٣٠ محاولة مدة كل منها دقيقة واحدة للتدرب على الهرب والتفادى في صندوق به حاجز يتحرك جيفة وذهايا ، مقسم لقسمين متساويين يهتز أحدهما بعد ٨ ثوان ، ينطلق اثنائها طنين من جرس خاص والعبور من جانب لآخر كان يؤدي إلى توقف الجرس أو كلا من الجرس والاهتزاز . وإذا فشلت الحيوانات في العبور فإن الاهتزاز يتوقف أوتوماتيكياً بعد ١٠ ثوان . فترة المحاولة بلغت دقيقة واحدة وكانت تتراوح ، بدون نظام معين ، ما بين ٤٠

جدول ٦ - ٧ : مكونات التباين لصفات سلوكية في الجرذان حلت بواسطة الطقح الاختباري الثلاثي والهجن المتبادلة

مكونات التباين	محاولات العبور (مورل وآخرون ١٩٧٢)		التفادى (فولكر وآخرون ١٩٧٢)		التبرز (برودهرست ١٩٦٠)		العبور (برودهرست ١٩٦٠)	
	TTC	محاولة	TTC	محاولة	TTC	محاولة	TTC	محاولة
V_A	0.28	0.22	24.12	19.44	0.083	0.131	15.2	19.7
V_D	0.03	-0.03*	-0.028*	-1.97*	-0.006*	-0.034*	2.5	1.5
V_E	0.24	0.17	5.42	3.94	0.166	0.160	5.8	4.9
التحيز المفضل								
سيادة موجهة	None	None	None	None	None	None	None	None
فرق	None	None	None	None	None	None	None	None
$h^2_{\frac{1}{2}}$	0.56	0.52	0.82	0.82	0.32	0.38	0.75	0.81
$h^2_{\frac{1}{4}}$	0.50	0.62	0.82	0.91	0.34	0.51	0.65	0.75

* غير معنوية

المصدر فولكر ١٩٧٢

و ٨٠ ثانية . وحسب عدد مرات التفادى من بين ٣٠ محاولة كعقايص لهذه الصفة .
وفي نفس التجربة فإن محاولات العبور من جزء إلى الجزء الآخر كانت تسجل أيضاً .

وبالنظر لمكونات التباين ، فإن التوافق بين الهجن الاختيارية الثلاثية المبسطة والهجن المتبادلة تام بالنسبة لصفة التجول ، ولكنه أقل لصفة التبرز . وهذا يؤدي إلى اقتراح أن الهجن الاختيارية الثلاثية المبسطة قد تكون محدودة الفاعلية عندما يقل معامل التكافؤ الوراثي . ولكن كلتا الطريقتان تبيان توافقاً معقولاً في حالة التفادى ومحاولة العبور . وفي كل الصفات فإن التباين الوراثي المضيف V_A والذي يمثل الجزء الأكبر من التباين الوراثي والتأثير السيادة V_D اعطى قيماً أصغر بل وسالبة أحياناً ، رغم أنها لا تختلف معنوياً عن الصفر في هذه الحالات . لم نساعد حالات معنوية للتفوق . وبالتالي ، فليس عجيباً أن تتوافق قيم G مع قيم h^2B في كلا التصميمين .

والهجن المتبادلة تعتبر مفيدة لتحديد أهمية الجنس في التحكم في سرعة التلقيح أو فترة الجماع . يمكن أن يتضح ذلك من جدول متبادلة 3×3 صمم من بيانات عن فترة الجماع في ثلاثة سلالات من دروسوفلا بسيدو ايسكيور - $CH/CH, ST/ST$ (جدول ٦ - ٨) . وقد درست هنا فترة الجماع للذكور من كل سلالة مع إناث من السلالات الأخرى المختبرة . والطريقة التجريبية هي رج الحشرات غير المخدرة معاً في أنبوبة كازواج مفردة وتسجيل فترة الجماع عندما يبدأ التزاوج فوراً (كاول وبارسونز **Kaul & Parsons** ١٩٦٥) . عند معاينة النسب المتحصل عليها يظهر أن الذكور من الطراز النوى CH/CH كانت أقلها في فترة الجماع يتبعها ST/CH وكانت أطولها ST/ST . ولكن الاختلافات في السلالات كانت أقل في حالة الإناث . وعلى هذا ، فطريقة الهجن المتبادلة تمكننا من القول بأن فترة الجماع هي في الأصل محكومة ذكورياً . وقد توصل ماك بين وبارسونز **Mak Benn & Parsons** (١٩٦٧) لنفس النتيجة في دروسوفلا ميلانوجاستر . فسرعة التزاوج في اللورسوفلا ميلانوجاستر من هجن متبادلة 5×5 أوضحها بارسونز **Parsons** (١٩٦٥) ، وتبين منها أهمية الذكور لسرعة ابتداء التلقيح ، أما بالنسبة للور الإناث فإنه يزداد أهمية مع مرور الوقت . وإمكانية أهمية هذا التعميم أوضحه بليزراد وفولكر **Bilzard & Falker** (١٩٧٨) عندما توصلوا إلى نفس النتيجة عند دراسة كل الهجن المحتملة لمجموعة من سلاسلات الجرذان .

٦ - ٦ التأثير الأمي

إن الهجن المتبادلة الكاملة تسمح بتقدير التأثيرات المتعكسة التي لم تلاحظ غالباً في

جدول ٦ - ٨ : متوسط فترة الجماع (بالدقائق) في دروسوفلا سبيلوا بسكيورا

نوع	ذكور			متوسط الساعات
	ST/ST	ST/CH	CH/CH	
ST/ST	5.08	4.22	3.17	4.16
ST/CH	5.49	4.47	3.82	4.59
CH/CH	5.95	4.38	3.55	4.63
متوسط الساعات	5.51	4.36	3.51	4.46

كل منها معتمدا على ٧٨ ملاحظة

المصدر : كاول وبارسونز Kaul & Parsons ١٩٦٥

البيانات السلوكية . وعموما ، فخاصة في بداية حياة نسل حيوانات مثل القوارض نجد أن تأثير الأم يبدو بوضوح ، توجد بعض الملاحظات على التصميمات اللازمة لاكتشاف التأثيرات الأمية التي لها أهميتها . وفي الحقيقة فالدراسة الإحصائية التي لا تتضمن طرقا لاختبار التأثيرات الأمية تكون محدودة . وفي هذا المقام فإننا نهم بالتدريبات أكثر من الحشرات والتي لا توجد بها رعاية أبوية للنسل .

هنالك فترتان يمكن أن تظهر فيهما التأثيرات الأمية . الأولى وهي قبل الولادة عندما يكون الحيوان في رحم الأم ويعتمد عليها فسيولوجيا ، والثانية بعد الولادة ، وهي فترة قبل الفطام وفيها يكون الحيوان ملتصقا بأمه ويستمر لحد ما معتمدا عليها . وحتى هنا الوقت يأخذ التعلم مجراه سواء من الأم أو من بقية الصغار .

وتأثير فترة قبل الولادة يمكن تقديره من الهجن المتعكسة والمقارنات بين النسل . فالاختلاف بين الهجن المتعكسة قد يكون مؤداه للبيئة داخل الرحم قبل الولادة . والهجن المتبادلة الكاملة تمكن من تقدير ذلك حيث تأخذ في الاعتبار التلقيحات المتعكسة . ومع هذا فإمكانية وجود الارتباط بالجنس قد تؤدي إلى الاختلافات بين التلقيحات المتعكسة . وقد قام فولكر (Fulker ١٩٧٠) بإعادة تحليل دراسة تقوم على سلالتين أبويتين و F_1 الناتج من التهجين المتعكسين في الفئران . وأجريت تجربة للمقارنة في الفئران في الأماكن المفتوحة على بعض الظروف القياسية والطبيعية قبل الولادة . واستخدمت بنجاح بعض الظروف القياسية لنصف الإناث الحوامل مثل الاهتزاز الآلي والسباحة والضوضاء العالية (دي فريز DeFries ١٩٦٤) . وقد وجدت تأثيرات أمية تعمل في تعارض مع التأثيرات الوراثية المضيفة . وعلى ذلك فقد اقترح فولكر الأمر على أنه ميكانيكية للتنظيم لتعديل الشكل الظاهري للنسل . وقد ظهرت

أيضاً التعقيدات المتوقعة للتأثيرات الأمية ، مما دفع فولكر لمناقشة النماذج الملائمة لتقدير مثل هذه التأثيرات الأمية .

هناك إمكانية أخرى لم تناقش كثيراً وهى علاقة الصفات السلوكية بالوراثة اللانوية أو السيتوبلازمية . فكيمياء السيتوبلازم التى يساهم بها كل من الحيوان المنوى والبويضة مختلفة تماماً . فمساهمة البويضة أكبر كثيراً حتى أنه يمكن إهمال دور الذكر من هذه الناحية . وإذا عرف دور التأثيرات الأمية من الناحية المظهرية ، فإنه يكون من الضروري تحديد ما إذا كان الأمر يتعلق بالسيتوبلازم وليس بعامل داخل الرحم . وللتوصل إلى ذلك فإن زراعة البويضات المخصبة بين السلالات يكون مجدياً . وقد ذكرت هذه الطريقة فى الفيران بواسطة ماك لارين وميشى (McLaren & Michie ١٩٥٦) و (١٩٥٩) . وقد سجل دى فريز وآخرون (DeFries, at al. ١٩٦٧) تأثيراً آمياً بسيطاً على السلوك فى الأماكن المفتوحة بواسطة زرع المبايض ، ولكن الأثر الأكبر كان فى زيادة وزن الجسم .

يمكن اكتشاف تأثيرات بعد الولادة فى القوارض وذلك بنقل جزء من المواليد ، وحتى كلها ، إلى أمهات مرضعة لها تركيب وراثى مناسب لتقوم بتربيتهم حتى الفطام . يمكن التعرف إلى ثلاثة أنواع بيئية رئيسية بعد الولادة بفرض وجود سلالتين B,A : (١) تربية بالأمهات الأصلية (٢) تربية بمرضعات من نفس سلالة الأم الأصلية (٣) تربية نسل السلالة A بأمهات من السلالة B والعكس بالعكس . وتظهر المقارنات التى تم على الصفات فى مختلف جماعات النسل وجود أو غياب التأثيرات الأمية بعد الولادة (لمزيد من الايضاح انظر برودهيرست Broadhurst ١٩٦٧ a) . وكما نرى هنا فى هذه الحيوانات ، فالوضع يشبه حالة التبنى فى الإنسان التى ستناقش فى الفصول الأخيرة . ودراسات التبنى تلعب دوراً حاسماً فى تدليل فهم التأثيرات الوراثية والبيئية للصفات المعقدة كصفة الذكاء .

إن دراسة التأثيرات الأمية للرضاعة بعد الولادة يمكن أن تدخل فى التحليلات المعتادة عن وراثة السلوك ، وخاصة إذا أعطيت أهمية مماثلة لأهمية دراسات التبنى فى الإنسان . وفى الحقيقة يحتاج الأمر إلى دراسة ذلك بنظام الهجن المتبادلة إذا صممت بالطريقة المناسبة . وأى طريقة سوف تحتاج إلى برنامج تربية مكثف للتأكد من أن المواليد أمكنها الرضاعة عند الولادة أو خلال أيام قليلة منها ، وإلا فإن اختلافات السن سوف تؤدى إلى تعقيدات كثيرة ، وإن كانت بدورها تعد من الأمور الهامة . وأخيراً ، فمن الواضح أن التأثيرات الأمية يمكن بدورها أن تكون مجالاً للبحث إذا ما توفرت لها التصميمات

التجريبية وبرامج التربية المناسبة .

٦ - ٧ السلالات وحيدة الأم

درست قلة من العلماء المدى الكامل للتباين عديد الجينات في العشائر الطبيعية وأهميتها التطورية . وفي مثل هذه الدراسات فإن السلالات وحيدة الأم ، والتي تنتج من إناث مفردة ملحقة في الطبيعة ، بدأت تأخذ دورا هاما ؛ وخاصة عند ربط دورها بالطرق التي نوقشت في هذا الفصل ؛ وكذلك تحليل التأثيرات الانتخابية المناقشة عد شرح الانتحاء الجغرافي للدروسوفلا في قسم ٥ - ٢ . وبداية ، فإن التباين بين السلالات وحيدة الأم المشتقة من الطبيعة ، والمعروف أساساً لجميع الصفات التي يمكن قياسها سلوكية وظاهرية وفسولوجية (الجانبية ربما تكون حالة شاذة قسم ٥ - ٧) - يعد من الأمور الزعجة . ومع أن الفروق بين الأنواع قد تأكدت على مر الأجيال ، فإن هذا يوضح الفروق في تعدد الأشكال المظهرية في العشائر الطبيعية الناتجة من الأمهات الأصلية التي استنبطت منها السلالات وحيدة الأم . وكمثال خاص فإن السلالات وحيدة الأم التي نتجت وجمعت في فيكتوريا باستراليا وجد أنها تختلف فرديا لثلاثة من الصفات الكمية - عدد الشعيرات الحرشفية وسرعة التلقيح وطول فترة الجمع (باسونز وهوسجود ولى **Parsons & Hosgood & lee** ١٩٦٧) . وقد أوضح باسونز (١٩٧٧) أن دراسات السلالات وحيدة الأم تعطى استنتاجات عن العشائر الطبيعية لتكوينها مباشرة وبسرعة . وعلى وجه الخصوص فإن هذا مهم بالنسبة للأنواع المرباه معمليا والتي تنقص عنها المعلومات الوراثية . وعلى سبيل المثال ، فإن دراسات المقارنة قد أجريت على الأنواع الأكثر قرابة الشقيقة في الدرو سوفلا حول رد فعل البرقات تجاه الكحول (قسم ٨ - ٥) وكذلك للانتحاء والنشئت تجاه الضوء (قسم ١٣ - ٢) .

وباستخدام المهجن المتبادلة البسيطة بين السلالات وحيدة الأم ، من الممكن الحصول على معلومات عن مكونات الصفات الكمية الخاصة بالإضافة والسيادة خلال جيل واحد . فعلى سبيل المثال ، في الدروسوفلا ميانوجاستر ، وجد أن الاختلاف الوراثي في السلالات وحيدة الأم يشمل طول فترة الجماع وسرعة التزاوج (هوسجود وبارسونز **Hosgood & Parsons** ١٩٦٧) .

وأظهرت المهجن المتبادلة بين السلالات أن طول فترة الجماع كانت محكومة ذكريا بالاختلافات المضيفة في حين قد ظهرت تأثيرات مضيفة وغير مضيفة لسرعة التزاوج ،

وظهر أن الذكر أكثر أهمية من الانثى والتأثيرات الغير مضيضة كانت غالبا في اتجاه سرعة التلقيح - يتفق هذا مع بيانات فولكر التي نوقشت سابقا في قسم ٦ - ٥ . مرة أخرى فنحن أمام دليل على الانتخاب الموجه لسرعة التلقيح . وفي هذه الحالة فإن النتائج من عشائر منتخبة من الطبيعة يعطيها أهمية في التطبيق على العشائر الطبيعية . ومع أن هذه سلوكيات بسيطة ، فإنها تعطى إيضاحا لطريقة تطبيقها على المشاكل الأكثر تعقيدا في العشائر الطبيعية .

في شكل ٦ - ٢ يتضح عدد التلقيحات في ٣٠ دقيقة لثلاثة سلالات وحيدة الأم ممثلة لكل من النوعين الشقيين دروسوفلا ميلانوجاستر ودرسوفلا سيمبولانس عند نمو تحت درجات حرارة مختلفة تتراوح من ١٢ إلى ٣٠°م . وقد تأكد وجود خلط وراثي معنوي بين السلالات العشرة المختيرة من كل نوع ، وهذا يوضح الاختلافات الوراثية طبقا لما هو متوقع . بالإضافة لذلك فقد وجد تداخل معنوي بين السلالات ودرجات الحرارة . وهنا يتضح تماما أن السلالات وحيدة الأم يمكن دراستها على بيئات مختلفة في جيل واحد بدون الدحول في صعوبات إجراء الهجن المعقدة . وعلى ذلك فهذا يسمح بالحصول على معلومات عن تأثيرات العديد من البيئات على سلسلة من السلالات المختلفة وراثيا . وحيث أن السلالات المذكورة معزولة مباشرة من عشائر طبيعية فإن الفكرة عن كل استجابات العشائر الطبيعية للمتغيرات البيئية الهامة مثل الحرارة تكون قابلة للقياس . وهذا الاتجاه تظهر أهميته خاصة للصفات السلوكية التي تبدى درجة أقل من الثبات إذا قورنت بالصفات الظاهرية .

ويمكن استخدام السلالات وحيدة الأم لتقدير الفروق بين العشائر داخل الأنواع . واستعمل هذا المدخل بنجاح في الدروسوفلا ميلانوجاستر لقياس حساسيتها للكحول داخل قبو الخمور في مصنع خمور شاتو تاهييك في فيكتوريا باستراليا ، خارج القبو مباشرة وعلى مسافة من القبو ، وظهر وجود خلط وراثي مرجعه للانتخاب الطبيعي ظهر بصورة واضحة بعد مسافات قليلة (ماك كينزي وبارسونز McKenize & Parsons ١٩٧٤) . وعلى ذلك فالسلالات وحيدة الأم تسمح بالوصول إلى استنتاجات عن التغيرات الضمنية في العشائر نتيجة للخلط الوراثي البيئي .

وهذا المدخل سوف يستخدم في قسم ٨ - ٥ لاستكشاف رد الفعل السلوكي لليرقات تجاه مواد عديدة خاصة الكحولات في الأنواع الشقيقة دروسوفلا ميلانوجاستر ودروسوفلا سيمبولانس . وكنتيجه لذلك فإن السلالة وحيدة الأم تعتبر وسيلة في غاية

الأهمية إذا كانت هناك حاجة لاستنتاجات عديدة وسريعة عن العشائر الطبيعية لأية أنواع يمكن تربيتها معمليا . وهذا يمكن استخدامه لأي صفة يمكن قياسها بما في ذلك الصفات السلوكية تحت ظروف العديد من البيئات (بارسونز ١٩٧٧ a) .

٦ - ٨ مكونات التباين الوراثي في عشائر تتزاوج اعتباطيا

في قسم ٦ - ٤ قسم التباين الوراثي إلى مكون وراثي مضيف ومكون السيادة في الجيل الثاني لهجين بين سلالتين مريبتين داخليا . توجد في هذه الحالة ثلاثة تراكيب وراثية A_2A_2, A_1A_2, A_1A_1 تكررهما في الجيل الثاني $1/4 : 1/2 : 1/4$ على الترتيب وفي التزاوج الاعتيادي في العشيرة فإن النسب تكون $q^2 : 2pq : p^2$ حيث p هي تكرار الجين A_1 ، q هي تكرار A_2 وحيث $p+q=1$ وهذا يتبع قانون هاردي فاينبرج الذي نوقش في قسم ٢ - ٣ .

وفي قسم ٦ - ٤ فإننا اعطينا التراكيب الوراثية A_2A_2, A_1A_1 القيم الوراثية $2a, -a$ والتركيب الخليط A_1A_2 القيمة d . ومرة أخرى فإن التباين الوراثي (V_G) يمكن التعبير عنه بأنه مجموع التباين الوراثي المضيف (V_A) وتباين السيادة (V_D) كما هو واضح في ملحق ٦ - ٢ . وليس من غير المتوقع أن التعبيرات عن V_D, V_A أصبحت أكثر تعقيدا وأنها تعتمد على تكرارات الجين ولكنها تصبح متشابهة مع ما سبق توضيحه إذا كانت $p = q = 1/2$.

٦ - ٩ علاقات القرابة : طريقة التلازم

توجد دراسات كثيرة تختص بالعلاقات بين الأقارب . فعلى سبيل المثال افترض وجود عينة من الأخوة والأخوات . في قسم ٢ - ٢ اعطيت معادلة التباين $V(X)$ لصفة X_i . إذا كانت الصفة يجب قياسها على الأخوة والأخوات وسنفرض قيم الصفة للأخوة X_i وللأخوات Y_i فإن معادلة مشابهة لتلك في قسم ٢ - ٢ تنطبق على الأخوات :

$$V(Y) = \frac{1}{n-1} \sum (Y_i - \bar{Y})^2$$

وهذا لا يعطينا أية فكرة عن إمكانية العلاقات بين الأخوة والأخوات بالنسبة للصفة . ولكي نحصل على هذه المعلومة فإننا نحتاج لجمع الناتج بين هذين المتغيرين Y_i, X_i . ومن هذا نحسب كمية للتباين يطلق عليها التغاير

$$W(X,Y) = \frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$$

ومن هذا يمكن أن نحصل على معامل التلازم بين متغيرين والذي توضحه كتب الاحصاء الأساسية ويكتب هكذا

$$r = \frac{W(x,y)}{\sqrt{V(x)V(y)}}$$

ويوضح جدول ٦ - ٩ بعض بيانات عن أطوال ١١ زوجا من الاخوة والاختوات وجميعهم طلبة في جامعة ملبورن باستراليا . المتوسطات \bar{y}, \bar{x} تظهر أن الاخوة أكثر طولا من اخواتهم في المتوسط كما هو المعتاد . وكان معامل التلازم بين أطوالهم $+0.57$ ، ويظهر أنه في العائلات التي يتمتع أولادها الذكور بطول أكبر نسبيا عن أفراد نفس جنسهم فإن اخته تكون كذلك أطول نسبيا عن بنات جنسها . ومن الناحية النظرية فإن r تتراوح بين -1 عندما يكون التلازم سالبا تماماً حتى $+1$ عندما يكون موجبا تماماً . وبالرسم البياني فإن التلازم الموجب يعطى انحدارا موجبا بين \bar{y}, \bar{x} أما التلازم السالب فانحداره سالب (شكل ٦ - ٦) .

جدول ٦ - ٩ الأطوال (سنتيمتر) لـ ١١ زوجا من الاخوة والاختوات وحساب معامل التلازم (r) .

	البيانات										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
الأخ (x)	180	173	168	170	178	180	178	186	183	165	168
الإخت (y)	175	182	165	160	185	157	165	183	168	180	157
وعلى ذلك	$\bar{x} = 175.36, \bar{y} = 182.45$ $\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} = 478.54$ $\sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n} = 428.73$ $\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n} = 259.18$										
وبالتالي	$r = \frac{259.18}{\sqrt{478.54 \times 428.73}} = +0.57$										

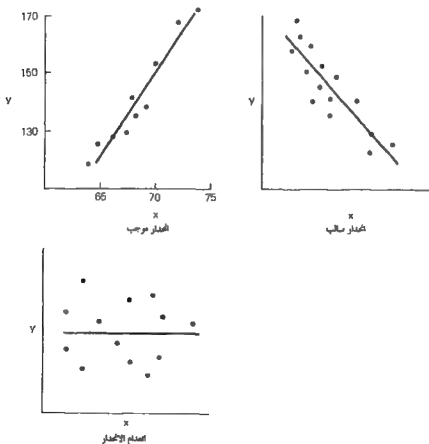
لطريقة الحساب انظر ملحق ١ - ٩ و ٣ - ٦

وفي حالة غياب التلازم بين y, x فإن توقيع البيانات على الرسم لا يعطى أى انحدار واضح وفي هذه الحالة $r = 0$. وعلى ذلك فالقيمة $+0.57$ توضح تلازم موجب بين الاخوة . وهذه القيمة تختلف معنويا عن صفر عند مستوى ٥ في المائة وتوضح قدرة

التوريث العالية للصفة كما سيرى من القيم النظرية المتوقعة للتلازم بين الأخوة .
نحن الآن مستعدون لمناقشة التلازم بين الأقارب في مزيد من التفصيل ، فهو أداة تحليلية جيدة في كل الكائنات التي تفتقر لإمداد مباشر من السلالات المرباه داخليا .
وتستخدم الطريقة أيضاً في الإنسان ، ولكن التلازم بين الأقارب يجمع غالباً في الحيوانات التجريبية . ويأخذ التباين بين أحد الآباء والنسل على المواقع فإن فالكونر Falconer (١٩٦٠) يران التغاير بين الأب ونسله يكون :

$$W_{Op} = \frac{1}{2} V_A$$

وهذا معقول بداهة حيث أن نصف جينات أى نسل تكون كما في أحد الآباء والنصف الآخر مختلف . وعلى هذا فمن بين التباين الوراثي المضيف (V_A) في الأب يذهب النصف إلى النسل . لاحظ أنه لا يوجد ذكر لمكون السيادة في هذا الموضع .



شكل ٦ - ٦ : تلازمات موجبة وسالبة ومعتمدة موضحة بالحدارات موقعة لبيانات مختلفة

وهذا أمر مقبول ، حيث أن الانتقال من الأب إلى النسل يكون عن طريق الجاميطات التي تحمل الجينات ، وليست التراكيب الوراثية ، التي تنتقل من جيل إلى جيل (قسم ٦ - ٤) . وفى موقف ما قد يتوقع وجود الخاص بتباين السيادة (V_D) للتغايرات بين الاخوة فزواج الاخوة يختلف عن الأقارب فى أن آبائهم مشتركة وعلى هذا فإن بعض تراكيبهم الوراثية مشتركة . والتغاير يمكن توضيحه فى زواج الاخوة هكذا

$$W_{SS} = \frac{1}{2} V_A + \frac{1}{4} V_D$$

والسبب فى وجود ربع مكون السيادة هو التراكيب الوراثية المشتركة فى زواج الاخوة . ومن الناحية الحسابية فإن W_{SS} من المتوقع أن يكون أكثر قليلا عن W_{OP} ، ولكن ليس بدرجة كبيرة حيث يكون V_A فى العادة أكبر من V_D كما رأينا خاصة عند مناقشة الهجن المتبادلة .

من التغايرين السابقين نجد أن التلازمات بين الأقارب يمكن الحصول عليها بقسمة التغايرات بواسطة التباين الظاهرى الكلى (V_P) . وهذا يأتي من المعادلة التى سبق ذكرها لمعامل التلازم . ففى تلك المعادلة يمكن أن يلاحظ عامة $V_P = V(y) = V(x)$. وعندئذ فإن التغاير يمكن قسمته بواسطة التباين الكلى . وللتلازم بين أحد الآباء والنسل نطبق المعادلة

$$r_{OP} = \frac{\frac{1}{2} V_A}{V_A + V_D + V_E} = \frac{\frac{1}{2} V_A}{V_P}$$

وهى تساوى $1/2 h^2$ (المكافئ الوراثى بالمفهوم الضيق) . والتلازم بين الاخوة يكون

$$r_{SS} = \frac{\frac{1}{2} V_A + \frac{1}{4} V_D}{V_A + V_D + V_E}$$

والذى يزيد قليلا عن $1/2 h^2$. فى قسم ١٢ - ١ جلول ١٢ - ١ استخدمت هذه التلازمات لتقدير درجة التحكم الوراثى بكثرة فى تسجيلات اختبار الذكاء .

فى النهاية يجب أن يلاحظ أن تحليل زواج الاخوة فقط يكون من الصعب استخدامه خاصة من منطلق الصفات السلوكية وذلك لاحتمال الانحياز للبيئة التى يرى فيها الاخوان معاً . وعلى هذا فلولوصول إلى وضع أكثر اكتمالا تستخدم :

$$W_{SS} = \frac{1}{2} V_A + \frac{1}{4} V_D + V_{EC}$$

حيث V_{EC} هو مكون التباين الذى مرجعه للبيئة الواحدة التى رى فيها الاخوان . وتحليل زواج الاخوة منفردا يكون محمدا لحساب مكافئ التوريث بالمفهوم الضيق h^2N . وبالنسبة للصفات السلوكية قد يكون V_{EC} عاليا وذلك قد يعزى للخبرة المبكرة ، وهذا النموذج من التحليل لابد أن يؤخذ بالحسطة ، وكذلك التفسيرات الميينة عليه . هذه المشاكل سوف تتضح أكثر فى الفصل القادم عند دراسة الإنسان خصوصا . ومن الناحية النظرية فإن التلازمات يمكن الحصول عليها من أى مجاميع من الأقارب . وكلما بعدت القرابة فإن معامل V_A فى التغاير يقل :

- اخوة غير أشقاء ، عمّة - ابن أخ ، عم - ابنة أخ $\frac{1}{4}$
- أبناء عم أشقاء $\frac{1}{8}$
- أبناء عم من الدرجة الأولى $\frac{1}{16}$
- أبناء عم من الدرجة الثانية $\frac{1}{32}$

ويعرف معامل V_A بمعامل القرابة ويعكس الجينات المشتركة التى تعود إلى سلف مشترك . وهى تنتمى إلى معامل التربية الداخلة F الذى نوقش فى قسم ٦ - ٣ ، ويسلوى ضعف قيمة F للأقارب التى سبق ذكرها .

قبل أن يترك موضوع التلازم ، واستكمالا له فإننا نتعرض للتلازم بين الأب المتوسط والنسل . والأب المتوسط يعرف بأنه $\frac{1}{2} (P_1 + P_2)$ حيث P_1, P_2 هى قيم الأبوين . والتلازم بين الأب المتوسط والنسل يمكن توضيحه على النحو التالى :

$$r_{OP} = \sqrt{2} \times r_{OP}$$

وهذه الطريقة تستخدم بقله عن طريقة تقدير علاقات أب واحد مع النسل حيث توجد إمكانية وجود التأثيرات الأمية . هذ ينطبق بالطبع على علاقات الأم بنسلها ، كما يؤدى إلى مقارنة بيانات الأم مع نسلها بالأب مع نسله والتى غالبا ما تكون هامة . وأكثر من ذلك فإن طريقة الأب المتوسط تفترض أن التباينات تكون متساوية فى كلا الجنسين ، وبالنسبة للصفات الجنسية السلوكية كثير منها ما يكون محمدا بالجنس ولذلك فتبلى الطريقة عديمة الكفاءة . بالإضافة لذلك فإن التزاوج المصنف ، والذى يبدو أنه سمة مميزة فى الصفات السلوكية خاصة فى الإنسان ، قد يؤدى إلى التميز .

٦ - ١٠ علاقات الأقارب : طريقة الانحدار

يمكن النظر إلى العلاقات بين الأقارب بطريق آخر فدراسات جالتون وبيرسون المبكرة في إنجلترا أوضحت أن أولاد الرجال طوال القامة يميلون إلى الطول - ولكن ليس بدرجة طول آبائهم وليس بدرجة قصر متوسط العشيرة ، وفي الحقيقة فإن طول الأبناء يقع في منتصف الطريق بين طول آبائهم ومتوسط العشيرة . وبالمثل فإن أبناء الآباء قصار القامة يميلون إلى القصر ولكن ليس لدرجة قصر آبائهم ، وفي المتوسط فإن أطوالهم تقع في منتصف المسافة بين طول آبائهم ومتوسط العشيرة أيضاً . وهذا الميل إلى متوسط العشيرة يبدو كما هو متوقع على أساس الجينات المضيئة . ولتوضيح هذا الموقف فإنه يجب ذكر بعض الإضافات الإحصائية . فالتلازم كما سبق مناقشته لا يفسر أى سبب للعلاقة بين المتغيرات Y, X ، حتى في حالة وجود هذه العلاقة . ومع أنه في بعض الحالات يمكننا أن ننظر إلى المتغير Y أنه يعتمد على X . يمكن استخدام كلا الطريقتين على سبيل المثال عند النظر إلى بيانات الأب ونسله . فمعامل التلازم يسمح لنا باختيار وجود علاقة بين متغيرين على أنه توجد طريقة أخرى ذكرت في المراجع الأساسية للاحصاء وهي الانحدار الطولي التي تمكننا أيضاً من :

١ - اكتشاف قيمة المتغير الغير مستقل Y مع أى قيمة للمتغير المستقل X .

٢ - اكتشاف كمية التباين في Y التي تعتمد تماماً على X .

وأساساً فإننا نهدف إلى معرفة قيم b, a في خط الانحدار التي تبينها المعادلة .

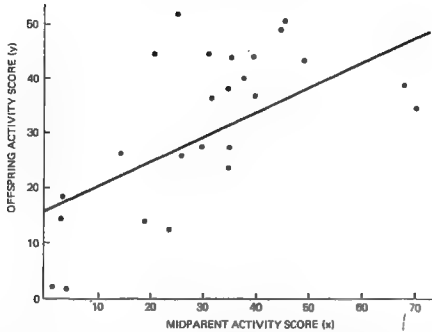
$$y_i = a + b(x_i - \bar{x})$$

وقد صمم هذا الخط بحيث يكون مربع المسافة بينه وبين جميع النقاط على الرسم البياني في أدنى حد . وفي شكل ٦ - ٧ فإن بيانات كونوللى Connolly (١٩٦٦) عن النشاط الحركي في الدروسوفلا ميلانوجاستر قد وقعت . وقد قدر مقاييس النشاط في جهاز من نوع الحقل المفتوح . والطريقة كانت تحتاج ٢٥ زوجاً من الآباء انتخبت من سلالة من الطرز البرى (باسفيك) ولقحت كل واحدة مع الذكور على شكل أزواج مفردة ومن نسل كل من هذه التلقيحات اختيرت اثنين للقياس . ويوضح شكل ٦ - ٧ انحدار النسل بالنسبة للأب المتوسط . ومعادلة الخط هي :

$$y = 15.56 + 0.51x$$

وقد أظهرت علاقة موجبة بين نشاطات الأب المتوسط والنسل . والقيم $b = 0.51 \pm 0.10$ التي تقيس انحدار الخط تكون أكبر من الصفر ، بدرجة معنوية

وعلى هذا فإن نشاطات النسل تعتمد لحد ما على القيم الأبوية . ($P < 0.01$)



شكل ٦ - ٧ : تسجيلات النشاط لى الثورسوفلا ميلاتوجاستر - ارتفاع تسجيلات النسل على تسجيلات الأب المتوسط (عن كونيولى ١٩٦٦) .

والقيمة b يطلق عليها معامل انحدار y على x ويمكن كتابتها على النحو

$$b = \frac{W(x,y)}{V(x)}$$

وهذا يمكن مقارنته بمعامل التلازم r بين المتغيرين فى القسم السابق . ومعامل الانحدار y على x كتغير مستقل له مقام $V(x)$. أما على الجانب الآخر إذا اعتمد x على y فإن المقام يصبح $V(y)$. أما فى حالة معامل التلازم بين y, x إذا كان المتغيرين معتمدين على بعضهما فإنه من المقول أن يصبح المقام $V(y) V(x)$.

ظهر فى قسم ٦ - ٩ أن التغير بين أحد الآباء والنسل هو $\frac{1}{2} V_A$. وعلى ذلك فمن المعادلة السابقة فإن انحدار النسل على الأب يكون

$$b_{OP} = \frac{\frac{1}{2} V_A}{V_P} = \frac{1}{2} \frac{H_A}{H_P} = r_{OP}$$

وكا فى القسم السابق تكتب $V(x)$ مساوية V_P فى هذه المعادلة .

وفي النهاية من السهل توضيح أن انحدار النسل على الأب المتوسط p يكون

$$b_{op} = h_{\frac{1}{2}}$$

أو بمعنى آخر فإن معامل الانحدار يكون مساويا للمكافء الوراثي بالمفهوم الضيق . وعلى هذا فيستنتج أن $h_{\frac{1}{2}}$ للنشاط الحركي يكون $0.51 + 0.10$. وسنورد مثالا آخر على طريقة الانحدار في قسم ١٢ - ١ ، عند مناقشة الذكاء في الإنسان .

٦ - ١١ تجارب الانتخاب الموجه للصفات الكمية

تتكون تجارب الانتخاب من انتخاب وفحص التراكيب الوراثية المختارة بدقة لصفة ما من صفات العشيرة . وينصب اهتمامنا هنا على الانتخاب الموجه (انظر شكل ٥ - ١) ، حيث تنتخب الأفراد المتطرفة من عشيرة بهدف تكوين سلالات عالية أو منخفضة في الأجيال المتعاقبة . والأمثلة التي نوقشت في الفصل الخامس تضمنت الانتخاب الجغرافي في دروسفلا ميلانوجاستر والانفعالية مقاسة كتسجيل للتركيز في الجرذان .

إذا كانت صفة كمية ما لها بعض الأساس الوراثي ، فإنه سيكون هناك استجابة للانتخاب الموجه ، حيث أن انتخاب الأشكال المظهرية المتطرفة سوف يعنى أن التراكيب الوراثية المتطرفة قد انتخبت ضمنا . وبداية فإن الاستجابة للانتخاب (R) يمكن تقديرها بواسطة

$$R = b_{op}S$$

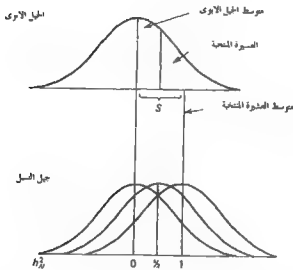
حيث b_{op} هو انحدار النسل على الأب المتوسط كما نوقش في القسم السابق و S هو الفارق الانتخابي . ويعرف الفارق الانتخابي بأنه الفرق بين متوسط القيمة المظهرية للأفراد المنتخبة كأباء والقيمة المظهرية للأفراد كلها في الجيل الأبوي قبل إجراء الانتخاب (انظر شكل ٦ - ٨) . ومن الواضح أن قيمة S تعتمد على كلا من حجم الجزء المنتخب من العشيرة وكذلك الانحراف القياسي للصفة .

وبما أننا رأينا في القسم السابق $b_{op} = h_{\frac{1}{2}}$ فسيصبح ذلك أن

$$R = h_{\frac{1}{2}} S$$

وهذه ليست نتيجة غريبة . حيث أن الاستجابة للانتخاب يجب أن تعتمد على مكون يمثل الفارق الانتخابي مشتركا مع المكافء الوراثي للصفة المنتخبة . ومن المعادلة إذا كانت $h_{\frac{1}{2}} = 0$ = صفر فليس هناك احتمال للاستجابة ، حيث تكون صفة محكومة بيئيا

تماماً . وعلى العكس من ذلك كلما زادت قيمة R/S كلما كان المتوقع زيادة الاستجابة كما في شكل ٦ - ٨ . ومن الناحية النظرية فإن اكتشاف الاستجابة يكون مفيداً لجيل واحد فقط حيث يكون أثر الانتخاب كبيراً في تغير التكرارات الجينية ، وعليه الخصائص الوراثية للنسل . على أنه في العديد من التجارب فقد أمكن الحصول على استجابة لخمس أجيال أو أكثر .



شكل ٦ - ٨ : رسم يوضح الفارق الانتخابي S حيث انتخب جميع الأفراد في الجزء المظلل من التوزيع في جيل الآباء . الاستجابة للانتخاب تعتمد على R/S كما يظهر من منحنيات جيل النسل .

وقد وجهت الكثير من الجهود للجهود للتعويضات الاحصائية لتقدير الاستجابة المكتشفة والتي تعتمد على تقدير دقيق لكفاءة التوريث . فإذا كانت الكفاءة الوراثية لم تقدر قبل الانتخاب فالمعادلة السابقة تقدرها بالقيمة R/S ، وهي تعرف بكفاءة التوريث المتحققة .

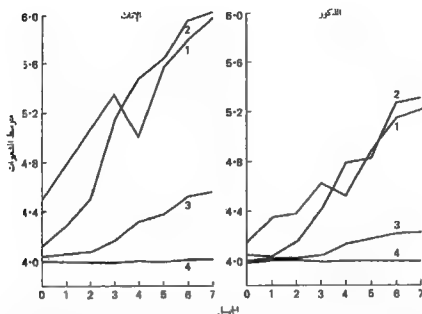
يجب أن يكون واضحاً من المعادلة السابقة أنه توجد طريقتان رئيسيتان لتحسين الاستجابة للانتخاب . الأولى بزيادة مكافئ التوريث . والذي قد يكون ممكناً بتقليل التباين البيئي بانتخاب صفة يمكن قياسها موضوعياً بسهولة وكذلك بتقليل التأثيرات العشوائية عموماً . والقياسات المتكررة على أحد الأفراد قد تكون مفيدة في بعض الحالات . لمزيد من الاهتمام بالتفاصيل حول دقة تكرار القياسات يمكن الرجوع إلى فالكونر (١٩٦٠) . ومادام هنالك بعض التلازم بين القياسات كما هو متوقع لصفة ما عند تميزها بوجود يكون وراثي ، فإن أكبر فائدة تنأت . من التكرار البسيط ، مع قلة

الفائدة المتحصل عليها عند ما تزيد القياسات عن ٣ - ٥ مكررات . وحيث يظهر أن التكرار للصفات السلوكية قليل ، فالقياسات العديدة لزيادة الثقة قد تستحق الاهتمام ولكن تعترها صعوبة الحصول على الأعداد الكافية في القوارض . وينب أيضا أن توضع التعقيدات حول إمكانية التعلم من المحاولات موضع الاعتبار ، حيث يمكن لبعض الأفراد التعلم بسرعة عن غيرهم ، كما سيناقش في الفصل ٩ . وبسبب ذلك فإن القياسات المتكررة من المحتمل أن تكون أكثر صدقا للصفات التي لا يوجد بها مكون تعليمي . فمعظم الصفات السلوكية في نوع مثل الدروسوفلا ميلانوجاستر لم يكتشف فيه مكون تعليمي . ولكن لأن من السهل الحصول على أعداد كبيرة من هذا النوع فإن المقاييس المتكررة لا تجرى بكثرة .

الطريقة الثانية لتحسين الاستجابة بتقليل الجزء المنتخب ، وعلى ذلك فالأفراد المنتخبة تكون متطرفة . توجد بعض التحفظات على ذلك . أحد الاعتبارات الهامة هو أن حجم العشيرة تمثل تحديدا قليلا على عدد الأفراد المستخدمة كآباء حيث يحتاج الأمر لقياس العديد من الأفراد لتقليل الجزء المنتخب لأقل مستوى . وأكثر من ذلك أنه كلما قل حجم العشيرة فإنه من الطبيعي أن يؤدي ذلك إلى التربية الداخلية وعليه تزداد التزاوة الوراثية التي تقلل التباين الذي يعمل عليه الانتخاب . يوجد عامل آخر يحد من الاستجابة ، وهو وجود عدة صفات للملائمة مثل الخصوبة والحياة ، والتي تتأثر بطريقة معاكسة خلال عملية الانتخاب . يمكن شرح ذلك بظهور تراكيب وراثية متطرفة لم تتعرض قبل للفعل الانتخابي ، والتي غالبا ما يظهر أنها أقل ملائمة .

توجد بالإضافة إلى ذلك طريقة ثالثة ممكنة قوية لتحسين استجابات الانتخاب ، والتي لا تؤخذ عادة في الاعتبار . وتتضمن هذه الطريقة الاهتمام بالعشيرة الأساسية قبل أن يبدأ الانتخاب الموجه . وفي قسم ٦ - ٧ سبق تأكيد أن السلالات وحيدة الأم والناتجة من عشائر طبيعية تعد طريقة لاعطاء فكرة سريعة عن العشائر الطبيعية . وحيث يظل التباين بين السلالات للعديد من الأجيال ، فإن ذلك يؤدي إلى اقتراح طريقة سريعة للحصول على استجابة سريعة للانتخاب الموجه بالاعتماد على انتخاب السلالات المتطرفة الناتجة من سلالة وحيدة الأم . وقد ظهرت أهمية هذه الطريقة في عدد الشعيرات الحرشقية للدروسوفلا ميلانوجاستر ، حيث ظهرت استجابة لانتخاب لأعلى اعداد من الشعيرات وأمكن الحصول عليها بتأسيس الانتخاب على عشيرة هجينة لأربعة من أكثر السلالات وحيدة الأم تطرفا من بين ١٦ سلالة (هوسجود وبرسونز ١٩٦٧ b وبارسونز ١٩٧٥) ، وذلك بالمقارنة بالاستجابة الأبطأ عندما لم تقسم العشيرة بنفس

الطريقة . انظر شكل ٦ - ٩ لاعلى متغيرات استجابة للانتخاب لعدد الشعيرات الحرفشية لمدة سبعة أجيال من الانتخاب وفقاً للسلاسل وحيدة الأم التي اختيرت قبل الانتخاب لفترة الجماع في دروسوفلا ميلانوجاستر وهي صفة ذات مكافئ توريت أقل .



شكل ٩ - ٩ : متوسط عدد الشعيرات الحرفشية ، في دروسوفلا ميلانوجاستر في أربعة خطوط من الانتخاب الموجة مختارة من ١٦ سلالة وحيدة الأم كما يلي : الخط (١) من أعلى سلالة في عدد الشعيرات (٤,١٨) . الخط (٢) من عشرة خليطة نتجت من أعلى أربعة سلالات في متوسطاتها (٤,١٨ و ٤,٠٥ و ٤,١٠ و ٤,٠٦) . الخط (٣) سلالة خليطة من كل السلالات الستة عشر (بمتوسط ٤,٠٣) مائلة للانتخاب موجه طبيعي قبل تجزئة العشرة تتباين بين السلالات وحيدة الأم . الخط (٤) أقل السلالات متوسطا (٤,٠٠) في هذه السلالة نادرا ما يحرف عدد الشعيرات فيها عن أربعة وعلى ذلك تقل الاستجابة للانتخاب ، وفي العشرات البرية معظم الحشرات لها نفس هذا العدد من الشعيرات .

وخلال عملية الانتخاب الموجة فإن الأشكال المظهرية المتطرفة تكون أكثر تفضيلا . وهذا يؤدي إلى زيادة أجزاء التراكيب الوراثية المتطرفة والتي يحتمل أن تكون نقية . وفي النهاية فمن الممكن أن تتضاءل سرعة الاستجابة للانتخاب كما هو متوقع . وقد تم الحصول على مسطح لعدد متغير من الأجيال عندما لا تكون هناك استجابة ، وأحيانا بعد بضعة أجيال من وجود المسطح تظهر استجابة سريعة للانتخاب . وغالبا فإن الاستجابة السريعة للانتخاب يكون مرجعها للاتحادات بين الجينات المرتبطة التي تتحكم في الصفة وبعض هذه الاتحادات المتكونة تزداد نسبتها كنتيجة لأفضليتها الانتخابية

(ثوداي Thoday ١٩٦١) .

قيمة البحث في تجربة الانتخاب تكمن في البرهان الذي تقدمه عن الأسس الوراثية للصفة ، بما في ذلك الصفات السلوكية . وقد وضع ذلك بالنسبة للانتحاء الجغرافي في قسم ٥ - ٢ . وأكثر من ذلك فإنها قد تعطي إمكانية لدراسة السلوك ذاته ، خاصة وأن الصفة السلوكية تحت الدراسة عند تجزئتها لمكوناتها فإن بعضها قد يختلف تأثيرها بالانتخاب . وقد أظهرت الدراسات الأولى أن الاستجابات للانتخاب يمكن الحصول عليها بالنسبة للصفات السلوكية في القوارض (برودهيرست Broadhurst ١٩٦٠) .

والصفات المختبرة تضمنت نوبات الخوف من الضوضاء في الجرذان والفيران ، سرعة الجرى في الفيران ، الدافع الجنسي ، قابلية التعلم في المئاعة ، النشاط في القفص ، الإيقاف المبكر والمتأخر للتزاوج وانعدام الانفعال في الجرذان (انظر قسم ٥ - ٥) . وحدثت الاستجابات يوضح أن هناك مكونات وراثية لهذه الصفات ومن الصعب الحصول على استنتاجات بدون عمل التحاليل الوراثية على السلالات المنتخبة . في الدورسوفلا الصفات مثل النشاط وفرة الجماع والانتحاء الجغرافي وسرعة التزاوج والانتحاء الضوئي أظهرت استجابات للانتخاب وقد أجريت التحاليل الوراثية في بعض الحالات (انظر قسم ٥ - ٢) .

كما وضح في قسم ٥ - ٥ فمن المرغوب دراسة الاستجابات المتلازمة مع الانتخاب ، والتي تعطي معلومات عن السلوك نفسه تماماً مثل التحكم الوراثي . وقد حصل برودهيرست على معلومات متلازمة على تسجيلات التجول في تجربته الانتخابية على تسجيلات التبرز (شكل ٥ - ٦) . ودرس (ايسنك و برودهيرست Eysenk & Broadhurst ١٩٦٤) هذه الطريقة باستفاضة ، وتوجد قائمة تضم أكثر من ٥٠ اختبارة ، بعضها سلوكية والبعض الآخر فسيولوجية وقد أظهر العديد منها استجابات تلازمية . والعديد من الاستجابات التلازمية تتفق مع ما يمكن استنتاجه من ثنائية العواطف الحادث في السلالات المتفاعلة والغير متفاعلة كما يظهر في شكل ٥ - ٦ . وعلى هذا فتجربة الانتخاب لا تمدنا بمعلومات هامة من الناحية الوراثية فقط ولكنها تعطي بعض الاشارات عن الأسس الكيماوية الحيوية والوظيفية للسلوك . والاستجابات المتلازمة للانتخاب قد تكون موجبة أو سالبة . وقد لوحظت تلازمات سالبة بين التبرز وتسجيلات التجول في القوارض . وعلى هذا فمن المهم معرفة إلى أى مدى يحدث التغير في صفة عن طريق الانتخاب لتغيرات مترابطة بصفات أخرى مرتبطة معها . ومن المهم

أيضاً في الدراسات الوراثية أن تميز بين نوعين من المسببات للتلازم بين الصفات الوراثي والبيئي . والتلازم الذي يلاحظ مباشرة بين قيمتين مظهريتين لصفتين Y, X يسمى التلازم المظهري (r_m) . وبالمثل فإنه يمكننا تقدير التلازم الوراثي r_A (التلازم بين قيمتين وراثيتين مضيفتين Y, X) والتلازم البيئي r_E بين الصفات . ولزائد من التفصيلات عن طرق حساب هذه التلازمات يمكن الرجوع إليه في فالكونر (١٩٦٠) . على أنه لحساب التلازمات الوراثية فإن طريقة التلازمات بين الأقارب أو البيانات من تجارب الانتخاب الموجه يمكن استخدامها . وللطريقة الأخيرة فإن التلازمات من خمسة أجيال من الانتخاب للنشاط العالي والمنخفض لتسجيلات التبرز ووزن الجسم في الفئران يمكن الرجوع إليها (دى فريز وهيجمان ١٩٧٠) . بالنسبة للنشاط والتبرز $r_A = 0.86 \pm 0.14$ وليس من المستغرب إذا نظرنا إلى البيانات أن يتضح وجود تلازم وراثي سالب . وللنشاط والوزن فإن $r_A = 0.34 \pm 0.22$ وهى موجبة ولكنها ليست معنوية .

الملخص

أهم أهداف التحليل الكمي هو تجزئة التباين الظاهري المستمر المقاس إلى مكوناته الوراثية والبيئية . وبالمقارنة بالصفات الظاهرية فإنه يجب بذل المزيد من الانتباه للبيئة عن قياس الصفات السلوكية وفي العديد من الحالات فإن تأثير البيئة نفسها هو من الأهمية بمكان . على أنه في أبسط النماذج في الوراثة الكمية يفترض وجود تأثيرات متصاحبة متصلة بين التركيب الوراثي والبيئة ، وأكثر الطرق واقعية يفترض وجود تفاعلات أو تلازمات بين التركيب الوراثي والبيئة . وفي الأوضاع الطبيعية ، فإن الانتخاب البيئي يمثل تلازماً بين التركيب الوراثي والبيئة . والتأثيرات النسبية للتركيب الوراثي والبيئة يمكن تحليلها مباشرة إذا كانت مثل هذه التفاعلات والتلازمات من المفترض أنها عديمة النتائج ، على أنه يجب تعيين البيئة بدقة ما أمكن في كل الحالات .

وفي الحيوانات التجريبية فإن الدراسات الوراثية الدقيقة لمقدير المكونات الوراثية للصفات تتضمن تحليل التباين داخل وبين السلالات المرباه داخليا ، وكذلك تحليل الهجن المتبادلة والهجن الانتخائية الثلاثية والتي تعتمد كلاهما على سلالات مرباه داخليا . ولو أن بعض الباحثين قد اهتم بالمدى الكلي للتباين عديد الجينات في العشائر الطبيعية وأهميتها التطورية . وفي الدروسوفلا فإن استخدام السلالات وحيدة الأم (كل منها ناتجة من أم واحدة ملقحة في الطبيعة) تزايدت أهميتها . بالإضافة إلى ذلك فإن

دراسة العلاقات الإحصائية بين الأقارب والاستجابات عقب عدة أجيال من انتخاب الأفراد المتطرفة في صفة ما تعطى تقديرات عن كمية التباين الوراثي في العشائر الطبيعية . ويمكن أن تمدنا نتائج التحليل الكمي بمعلومات عن أبناء الوراثي للصفات . وعلى سبيل المثال فإن مكون التباين الوراثي المضيف منخفض نسبيا ومكون تباين السيادة مرتفع نسبيا لسرعة التزاوج في الدورسوفلا . وهذا يؤدي إلى اقتراح وجود انتخاب قوى في العشائر الطبيعية لسرعة التزاوج . بعض الصفات الأخرى على سبيل المثال كالتيبرز والتجول في الفيران أظهرت تباينات وراثية مضيئة عالية ، ما يعكس حدوث الانتخاب في العشائر الطبيعية للأفراد المتوسطة المثل وليس للمتطرفة .

ملحق ٦ - ١ تحليل التباين داخل وبين السلاسل المرباه دخليا

طريقة تحليل التباين عن طريقها تلخص في أن يعزى التباين الكلي في مجموعة من البيانات لمسببات معينة . ومقياس الاختلاف أو التباين يتأق من :

$$V(x) = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2$$

كما سبق تعريفه في قسم ٢ - ٢ . لزيادة السهولة في الحساب فإنه يمكن أن يتساوى مع

$$\frac{1}{n-1} \left[\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} \right]$$

ولمناقشة البيانات في جدول ٦ - ٢ فإننا نحصل على :

$$\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} = 4^2 + 6^2 + 8^2 + 6^2 + 7^2 + 5^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + \dots - \frac{22^2}{36} = 177.6488$$

والذي يعرف بمجموع المربعات المصحح للبيانات الكلية (جدول ٦ - ١٠) .
(بقسمته على $n-1 = 35$ تعطي التباين الظاهري الكلي = 5.0707) .

وحيث أنه يوجد للسلاسل ستة مجاميع كلية ، فإننا يمكننا أن نختار التباين بين السلاسل بحساب

$$\frac{1}{6}(36^2 + 16^2 + 36^2 + 51^2 + 40^2 + 44^2) - \frac{22^2}{36} = 116.1389$$

ومجموع القيم المربعة في مجموع المربعات المصحح هذا يجب أن يقسم على ٦ ، وإلا فإنه سيكون كبيرا ، حيث أنه بالحصول على مجموع التسجيلات لكل سلاسل مرباه داخليا

جدول ٦ - ١٠ : تحليل التباين للبيانات في جداول ٦ - ٢

مصدر التباين	درجات الحرية	مجموعات المربعات المصحح	متوسط المربعات (التباين)	متوسط المربعات المتوقع
بين السلاسل strains	5	116.1389	23.2277	$M_J = V_E + 6V_G$
داخل السلاسل alns	30	61.5089	2.0503	$M_E = V_E$
المجموع	35	177.6488		

تربيع القيم ويؤخذ متوسطها بقسمتها على ستة كما لو كانت ملاحظة واحدة (ببساطة لأن مجموع التسجيلات هي مجموع ستة ملاحظات) .

يمكن الحصول على التباين داخل السلالات بطرح مجموع المربعات المصحح لها من مجموع المربعات الكلي المصحح وهذا يعطى قيمة ٦١,٥٠٩٩ . وكما يتضح في (جدول ٦ - ١٠) فإن تحليل التباين هو جدولة للبيانات فحسب لتجزئة التباين إلى مسبباته . توجد خمسة درجات حرية للسلالات (انظر قسم ٢ - ٤ للتعريف) حيث مجموع السلالات ستة . وبالمثل فإن عدد درجات الحرية الكلي ٣٥ تأسيسا على ٣٦ ملاحظة . وعدد درجات الحرية (٣٠) داخل السلالات يتأق بال طرح .

وتحسب التباينات بقسمة مجموع المربعات المصحح على عدد درجات الحرية وهي غالبا ما تعرف بمتوسط المربعات في تحليل التباين .

ويتضح أن التباين بين السلالات أكبر منه داخل السلالات والنسبة بين التباينات 11.33 = 23.2277/2.0503 وهو أساس نسبة التباين في اختبار ف ١٠ وقيم ف ١٠ = (التباين الأكبر ÷ التباين الأصغر) توجد لها جداول على أساس n_1 درجات حرية للتباين الأكبر و n_2 للتباين الأصغر . وفي حالتنا هذه فإن $n_1 = 5$ و $n_2 = 30$. وبالرجوع إلى الجداول القياسية الاحصائية يتضح أن قيمة ف السابقة معنوية ($P < 0.001$) . وهذا يؤكد التباين الكبير بين السلالات . إذن فالسلالات مختلفة سلوكيا .

وفي هذا المثال فإنه يمكننا شرح هذه التباينات أكثر ، حيث تتكون المادة الأساسية من سلالات مرباه داخليا . فالتباين داخل السلالات مرجعه كلية للبيئة ، فعلى هذا $V_E = 2.0503 = M_2$ (جدول ٦ - ١٠) . مع أن التباين بين السلالات من المتوقع أن يحتوى على مكون وراثي مثلما نرى من المعادلة

$$V_R + rV_G = M_1$$

حيث r هي عدد المكررات داخل كل سلالة وتساوى ٦ ومن هذا نحصل على:

$$V_G = \frac{1}{r}(M_1 - M_2) = \frac{1}{6}(23.2277 - 2.0503) = 3.5296$$

ملحق ٦ - ٢ مكونات التباين الوراثي

في العشائر المتزاوجة اعتباطيا

التركيب الوراثية A_1A_1 و A_1A_2 و A_2A_1 و A_2A_2 لها نسب $q^2 = 2pq = p^2$ طبقا لقانون هاردي واينبرج . وباعطاء التركيب الأصلية A_1A_1 و A_2A_2 القيم الوراثية ٨ - ١ ،

والتركيب الخليط A_1A_2 القيمة d التي قد تكون موجبة وقد تكون سالبة في شكل ٦ -
 o ، ومتوسط العشيرة (m) يكون:

$$m = ap^2 - 2pqd - aq^2 = a(p - q) - 2dpq$$

$$p^2 - q^2 = (p - q)(p + q) = p - q \quad \text{حيث}$$

والتباين بالرجوع لانعزال هذا الموقع يكون :

$$\begin{aligned} p^2 \times a^2 + 2pq \times d^2 + q^2 \times a^2 - m^2 &= a^2(p^2 + q^2) + 2pqd^2 - [a(p - q) - 2dpq]^2 \\ &= 2pq[d^2 + 2ad(p - q) + d^4(1 - 2pq)] \\ &= 2pq[a + d(p - q)]^2 + 4p^2q^2d^2 \end{aligned}$$

كما في تهجين بين سلالتين مريبتين داخليا ، إذا وجدت جينات عديدة كهذه تعمل
 مستقلة عن بعضها فإن مساهمتها في التباين الوراثي يمكن أن يكتب على النحو :

$$V_a = \Sigma 2pq [a + d(p - q)]^2 + \Sigma 4p^2q^2d^2 = V_A + V_D$$

حيث $V_i = \Sigma 2pq [a + d(p - q)]^2$ ، and $V_D = \Sigma (2pqd^2)$ ، وتجمعهما معا يؤدي
 إلى تعدد الشكل الظاهري للموقع المختبر . V_D و V_A كما ذكر سابقا هما التباين
 الوراثي التجمعي والتباين السيادة . وإذا كانت $d=0$ صفر لكل موقع عندئذ تكون
 $V_D=0$ صفر كما هو متوقع . وذلك عند انعدام السيادة $V_A = 2pqa^2$ عندما تكون a
 مساوية لنصف الاختلاف بين التراكيب الأصلية

وليس من المستغرب أن تعتمد كلا من V_D و V_A على التكرارات الجينية . وعلى هذا
 فإن V_D تبلغ أقصى قيمة لها عندما تكون $p = q = 1/2$ والتي يمكن اختبارها حسابيا
 بسهولة . ومع أن اصطلاحات V_A يبلغ أقصاه عندما تكون $p = q = 1/2$ فقط والمثل $d=0$
 صفر. وعندما تكون $p = q = 1/2$ فإن V_D, V_A يكونان هم نفس القيم تباين الجيل الثاني بين
 سلالتين مريبتين داخليا (في قسم ٦ - ٤) . من المتوقع ذلك حيث أن F_2 بين سلالتين
 مريبتين داخليا يكون مساويا لعشيرة هاردي وانبرج بالتكرارات الجينية p تساوى q
 تساوى $1/2$. هذا إذا كان الانعزال في F_2 في كل المواقع من المتوقع أن يكون :

$$1/4 A_1A_1 : 1/2 A_1A_2 : 1/4 A_2A_2$$

ملحق ٦ - ٣ حساب معامل التلازم

في قسم ٦ - ٩ فإن التقارير بين مجموعتين من القياسات Y, X تكون :

$$W(x, y) = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

كما هو واضح أن ذلك يكون مساويا :

$$W(x, y) = \frac{1}{n-1} \left[\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n} \right]$$

وهو نموذج أسهل للحساب . لاحظ النموذج المشابه للتباين والمعطى في ملحق ٦ .
وباستخدام معادلة التباين في ملحق ٦ - ١ يكون معامل التلازم :

$$r = \frac{W(x, y)}{\sqrt{V(x) V(y)}}$$

ويعبر عنه كما يلي :

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

وللحساب تستخدم النماذج الموجودة في ملخص ٦ - ١ و ٦ - ٣ عادة . انظر المثال في جدول ٦ - ٩ .

مراجع عامة

GENERAL READINGS

- Falconer, D. S. 1960. *Introduction to Quantitative Genetics*. Edinburgh: Oliver & Boyd. A well-presented account of principles, mainly using the notation of this chapter.
- Hirsch, J. (ed.). 1967. *Behavior-Genetic Analysis*. New York: McGraw-Hill. Most of the topics in this chapter are discussed.
- Mather, K., and J. L. Jinks. 1977. *Introduction to Biometrical Genetics*. London: Chapman & Hall. A text useful for those with statistical training.
- Parsons, P. A. 1967a. *The Genetic Analysis of Behaviour*. London: Methuen. Some aspects of quantitative inheritance are discussed, using behavioral traits as examples.

الفصل السابع

التحليل الكمي الإنسان

٧ - ١ تحليل التوائم : اعتبارات عامة

في هذا الفصل سوف تطبق المفاهيم التي نوقشت في الفصل السابق على الإنسان . وكان فرانسيس جالتون أحد الأوائل الذين أوضحوا أهمية التوائم للدراسات الوراثية في الإنسان . ومنذ ذلك فقد درست التوائم بكثرة من وجهة نظر الأهمية النسبية للتأثيرات الوراثية والبيئية للعديد من الصفات : الظاهرية والسلوكية والمرضية . وعلى هذا يبدو أنه من المناسب اعتبار أن دراسة التوائم هي نقطة البدء للتحليل الوراثي للصفات الكمية في بنى الإنسان . والمقارنة الأساسية تكون بين التوائم أحادية الزيجوت (MZ) أو التوائم المتطابقة ، والتي تكون نتيجة لإخصاب واحد وعلى هذا تكون متطابقة وراثيا ، والتوائم ثنائية الزيجوت (DZ) أو التوائم غير المتطابقة (المختلفة) والتي تنتج من إخصابين وهي تماثل الاخوة غير التوائم من الناحية الوراثية . والتوائم MZ دائما تكون متشابهة الجنس ولكن التوائم DZ من الممكن أن تكون متشابهة أو مختلفة الجنس وتمثل التوائم MZ فقط التراكيب الوراثية المتطابقة في الإنسان ، لذلك فقد أجريت العديد من الدراسات عليها . وكما رأينا في العديد من الحيوانات التجريبية فإنه عادة ما نحصل على السلالات المرباه داخليا . وتتكون كل سلالة من أفراد متطابقة أو قريبة من التطابق في تراكيبها الوراثية . وفيما يخص التوائم MZ نجد أن استخدامها يستلزم مواجهة بعض المشاكل الخاصة بها مثل تأثير نمو الشخصية والصفات السلوكية الأخرى كطرز التعلم والقدرات الاستدلالية ، وكلها عوامل قد تؤثر في التوائم MZ بدرجة أكبر من التوائم DZ .

وهذه المشكلة يمكن دراستها بعمق أكبر بمقارنة الاختلافات بين عضوى كل زوج من توائم MZ ربيا بعيدا عن بعضهما في منازل مختلفة وبين اختلافات التوائم MZ المرباه

معاً في نفس المنزل مثل هذه المقارنات تعطى تقديراً للتأثير البيئي على التوائم التي ربيت في نفس البيت . ومع أنه كثيراً ما استخدمت بيانات التوائم في بحوث الوراثة البشرية ، فإنه من الضروري أن نعرف أن دراسات التوائم تعطى معلومات محدودة عن درجة التحكم الوراثي للصفة ، وقد لا تعطى أية معلومات عن طبيعة التوارث .

والتوائم MZ تكون منتجة لاختصاص واحد ، ومع ذلك يمكن ملاحظة وجود أربعة هياكل مختلفة للحمل تبعاً لأشكال الأغشية الجنينية الموجودة في الرحم ، توجد منهما هيتان في حالة التوائم DZ أيضاً :

- MZ أو DZ بأمنيون وكوريون ومشام منفصلة
- MZ أو DZ بأمنيون وكوريون منفصلين ومشام متحدة
- MZ بأمنيون منفصل وكوريون ومشيمة مفردة .
- MZ تشترك في أمنيون وكوريون ومشيمة مفردة .

وعموماً فإن نسبة مواليد التوائم تكون بين ١,٠ و ١,٥ في المائة ، مع بعض الاختلاف بين السلالات البشرية ؛ فمعدلاً في اليابان. منخفض بشكل غير طبيعي و يبلغ ٠,٦٥ في المائة ، وهو مرتفع نسبياً بين السود في الولايات المتحدة ، أما الأفريقيون فهم أعلى معدلاً (مورثون وشنج ومي Morton, Chung & Mi ١٩٦٧) . وغالباً فإن اختلاف السلالات يرجع إلى التباين في معدلات التوائم DZ . ومعظم حالات التوائم تحدث في الأمهات في الأعمار ما بين ٣٥ - ٤٠ سنة ، والاختلافات تكون في معدل DZ ، مع وجود اختلاف قليل في معدل MZ . وقد يكون هناك مكون وراثي صغير لمعدلات التوائم وخاصة التوائم DZ ، لكن كافاً إلى - سفورزا وبودمر Cavalli-Sforza & Bodmer (١٩٧١) يعتبران النتائج غير قطعية .

في الدراسات الوراثية من الضروري الحكم عما إذا كان التوأم المنروس MZ أو DZ بكل وضوح . وفي الغالب فإن الملاحظ الخارجي للتوائم MZ تكون واضحة بمقارنتها التوائم DZ ، حيث لا تزيد الأخيرة من ناحية التشابه الوراثي عن الأخوة الغير توأم . ومع ذلك ، فهذا التشخيص قد يتضمن بعض الذاتية ، والمقياس الحقيقي الوحيد هو التماثل الوراثي . وعموماً توجد بعض أشكال التعدد المظهري المعروفة (مثل : مجاميع الدم والانزيمات وبروتينات السرم وعمل الألوان الخاص باللونين الأحمر والأخضر وقابلية تذوق الفيل ثيوكاربيد) ، والتي يمكن تصنيف التوائم على أساسها . وفرصة تماثل توأم DZ في عدد كاف من هذه الأشكال المظهرية المتعددة تكون ضئيلة للدرجة

يمكن التغاضي عنها (انظر مطر *Mittler* ١٩٧١ للمزيد من التفاصيل) . وعلى ذلك إذا كان التصنيف متطابقا لعدد كبير من الصفات ، فعلى الأغلب تكون التوائم *MZ* . وأكثر من ذلك فإن صفات البصمات يمكن استخدامها للمعاونة في عملية التشخيص . ونظرا لوجود عدد كبير من المواقع المتعددة المظاهر لأنتجنيات توافق الأنسجة (HLA) ، والمسئولة عن لفظ الطعم فإن هذه المواقع (HLA-A, B, C, D) قد تكون مفيدة في التعرف على الزيجوتية (واجنر ، جد ، ساندرز ريتشاردسون *Wagner, Judd, Sanders & Richardson* - ١٩٨٠) .

وأساس التعرف على الزيجوتية باستخدام مواقع متعددة المظهر يكون كما يلي :

احتمال أن تكون التوائم *DZ* متاثلة يحسب لكل موقع على حدة . وتعتمد طريقة الحساب على المعلومات المتاحة عن الطرز الأبوية . فإذا كان التركيب الوراثي للآباء وللتوائم معروف تماما (يؤخذ في الاعتبار الأقارب الآخرون ما أمكن) تحسب الاحتمالات الدقيقة . أما إذا كانت التراكيب الوراثية للآباء غير معروفة فإن الاحتمالات يمكن أن تحسب اعتدادا على التكرارات الجينية في العشيرة التي ينتمي إليها التوائم . وقد أعطيت أمثلة مفصلة عن الطريقة في عديد من المراجع (انظر على وجه الخصوص ميتلر *Mittler* ١٩٧١ ، وشيرن *Stern* ١٩٧٣)

ومع كل هذه الدراسات الدقيقة للتمييز بين توائم *DZ, MZ* ، فإن الطريقة المبسطة باستخدام الصفات المرئية تكون غالبا في نفس كفاءة التمييز باستعمال مجاميع الدم وبعض أشكال العدد المظهري الأخرى . وقد أجريت دراسات مستفيضة على التوائم في الدماغ ، وذلك بإجراء استفتاء بسيط حول التماثل بين أزواج التوائم ، وقد وجد أن دقته في تمييز الزيجوتية بلغت ٩٠ - ٩٥ في المائة . وكانت الأسئلة حول لون العين ولون الشعر وملامحه والطول والوزن والبنيان الجسماني وإمكانية أن يخطب الآباء والأصدقاء المقربين وغير المقربين بين التوأمين وكذلك رأى التوائم الخاص (هارفالد وهوج *Harvald & Hauge* ١٩٦٥) . واحتمال تطابق فردى أى زوج من التوائم في كل هذه الصفات يكون شديد الضالة إذا لم يكونا *MZ* .

٧ - ٢ التوائم في الدراسات الوراثية : الصفات الحدية

سنتناول أولا الصفات الحدية *threshold traits* - وهي صفات يمكن بالنسبة لها تصنيف الكائنات مظهريا إلى أفراد يمتلكون صفة ما وآخرين لا يمتلكونها .

يوضح جدول ٧ - ١ نسبة حدوث التشوهات الخلقية المعروفة ، وقد استبعدت الشذوذات الكروموسومية التي نوقشت في الفصل ٤ . والتشوهات المذكورة تشكل في مجموعها ١,٢ في المائة من مجموع المواليد ، وبالتالي فهي تعد مصدرا هاما للمرض في المجتمعات الصناعية الغربية في الوقت الحاضر ، حيث تقل نسبيا معدلات الوفاة في الطفولة . وتشوهات غياب المخ *Anencephaly* والعمود الفقري *Spina bifida* يعدان من تشوهات الجهاز العصبي المركزي المؤثرة على السلوك . وكذلك الشفة الأرنبية مع أو بدون شق بشق سقف الحلق والأرجل المعوجة . إذا لم تعالج جراحيا قد يكون لها نتائج سلوكية . فالشفة الأرنبية تبلغ نسبتها بين الأخوة ٣٥ ضعف حدوثها في العشيرة ، وتشوهات غياب المخ والعمود الفقري حوالي ٨ أضعاف . من هذه الأرقام ومن معلوماتنا عن الأقارب الآخرين يمكن البرهنة على أن عوامل وراثية تلعب دوراً في أسباب هذه الحالات .

جدول ٧ - ١ : نسبة بعض التشوهات الخلقية العامة
اعتقاداً على الإحصائيات البريطانية

النسبة لكل ١٠٠٠ مولود	التشوة
٣	غياب أجزاء من المخ والأغشية السحائية والمجمجمة
٣	تشوة العمود الفقري
١	تشوهات بالقلب
١	الشفة الأرنبية مع وبدون شق سقف الحلق
١	الأرجل المعوجة
٣	ضيق الفتحة الوايية بالمعدة
١	تشوة موضع مفصل الكتف

المصدر كارتر ١٩٦٥ Carter

وفي كل الحالات فإن النسبة بين الأخوة غير التوائم لا ترتفع عن ٥ في المائة والتي تقل بمقارنتها بالنسبة المتوقعة في حالة الأمراض المتنحية البسيطة بين الأخوة غير التوائم للشخص المصاب وتبلغ ٢٥٪ .

ولا يوجد برهان قاطع عن وجود عوامل يثية خاصة كمعامل مسببة ولكن هناك بعض العلاقات بين نسبة حدوث الإصابة وبعض المؤشرات الاقتصادية الاجتماعية والسكانية الخاصة . وفي اسكتلندا أظهر إدوارد (١٩٥٨) أن نسبة غياب المخ تتراوح من ٠,٩ لكل ١٠٠٠ بين المهنيين و ٣,٦ لكل ١٠٠٠ من العمال المهرة . وتوجد بعض التباينات المعروفة بين المواقع ؛ والتباين بين الفصول التي تتم فيها الولادة تتراوح بين ٥٠,٣ في المائة . وكثير من التشوهات الخلقية تتباين في حدوثها على حسب ترتيب المولود وكذلك بين الجنسين . ويختلف العوامل مثل تعرض الآباء للإشعاع والمواد الكيميائية والعدوى والإصابة عند الميلاد قد تكون كلها مسئولة ، وخاصة إذا استطعنا التدليل على ذلك في عدد من حيوانات التجارب (انظر بنروز Penrose ١٩٥١) . فعلى سبيل المثال ، الزيادة الواضحة في العلاج بالإشعاع خلال الحمل أدت إلى صغر حجم الجمجمة في الطفل ، ومن بين ٢٠٥ من الأطفال الذين تعرضوا للانفجار الذري في هيروشيفا خلال النصف الأول من تواجدهم في الرحم ظهر في ٧ منهم صغر حجم الجمجمة وكانوا متخلفين عقليا . جميع هذه العوامل تجعل وجود أساس بسيط لتوارث هذه الصفات أمرا بعيدا .

نتقل الآن إلى كيفية التعامل مع الصفات الحدية في بيانات التوائم . فبالنسبة لهذه الصفات يكون زوج التوائم متوافقا concordant إذا كان كلا الفردين يحملان الصفة أو

جدول ٧ - ٢ : توافق التوائم تطفل الأمراض العقلية

الصفة	الأزواج المتطابقة		الأزواج الغير متطابقة	مجموع الأزواج	χ^2	H
	العدد	Z				
الصدور العظمى						
MZ	12	66.67	6	18	35.39*	0.67
DZ	0	0	40	40		
داء الصدع						
MZ	10	37.04	17	27	9.78†	0.30
DZ	10	10.00	90	100		
الانفصام						
الانفصام الاكمان						
MZ	10	66.67	5	15	20.84*	0.65
DZ	2	5.00	38	40		

* $P < 0.001$.

† $P < 0.01$.

كلاهما لا يحملها ، أى إذا كانا متشابهين . ونسبة التوافق هى الجزء من أزواج التوائم المتوافقة لكل التوائم التى تحمل الصفة ولو تضمنت فرد واحد فقط يحمل الصفة . على ذلك فنسبة التوافق العالية المعنوية التى توجد فى توائم MZ أكثر من توائم DZ تعتبر برهانا على معنوية المكون الوراثى للتحكم فى الصفة .

ومن الممكن اختبار معنوية البيانات باختبار χ^2 لدى الاحتمال 2×2 (انظر قسم ٢ - ٤) ، ويبدو ذلك فى البيانات المجموعة بواسطة هارفالد وهوج (١٩٦٥) فى أعمالهم المستفيضة على دراسة التوائم فى الدمارك بالنسبة لبعض العلى السلوكية مثل القصور العقلى وذاء الصرع والذهان الانبساطى - الاكتئافى (جدول ٧ - ٢) . وتكتب النسب المثوية للتوافق للتوائم MZ, DZ, CMZ, CDZ على الترتيب . وفى جميع الحالات فإن CMZ أكبر من CDZ . وجميع قيم χ^2 عالية المعنوية ، وهذا يوضح أرجحية المكون الوراثى . ومن الواضح فى هذه البيانات أن حالات تشابه واختلاف الجنس فى التوائم DZ يمكن جمعها حيث لم تظهر أى فروق معنوية بالنسبة للدرجة التوافق بينهما ؛ وعموما ففى كثير من التحليلات يجب التعامل مع بيانات التوائم متشابهة ومختلفة الجنس كل على حدة .

ويوجد مؤشر لتقدير درجة التحكم الوراثى (هولزنجير Holzinger ١٩٢٩) ، وهذا المؤشر الذى استخدام بكثرة معادلته :

$$H = \frac{CMZ - CDZ}{100 - CDZ}$$

وهى تعرف فى المراجع بالمكافء الوراثى . ومع ذلك فلتجنب الاضطراب فإننا نعرفه بأنه المكافء الاحصائى H ، حيث أنه كمية اعتباطية كلية ومن الصعوبة أن نعزى إلى تقديرات المكافء الوراثى أو درجة التحكم الوراثى المعتمدان على صفات الكمية التى نوقشت فى الفصل ٦ . ولو أن كافاللى - سفورزا وبودمر (١٩٧١) أعطيا طريقة للحصول على تقديرات للدرجة التحكم الوراثى من H الاحصائى للحدود عليا ودنيا تعتمد على افتراضين متطرفين . احدهما عندما يكون التباين السيادةى غالبا والآخر عندما يكون التباين الوراثى المضيف غالبا . ومثل هذه الحدود اعطيت للبيانات فى جدول (٧ - ٣) الخاصة بها رفالด์ وهوج (١٩٦٥) . اعتمادا على تسجيلات التوائم الدرغماتية . وعند هذه الحدود فإن درجات التحكم الوراثى تختلف بحوالى ١٠ فى المائة على الأكثر .

والمقارنات الوجيهة غير المعنوية بين توائم MZ, DZ هى للإصابة بالسرطان عند أى موقع والموت من إصابة ميكروبية حادة ، والتى تلبو كمجاميع غير تخصصية . ووجود

جدول ٧ - ٣ : توافق التوائم والحدود العليا والدنيا للدرجات التحكم الوراثي

المرض	النسبة لتقوية التوائم		حدود التحكم الوراثي	
	MZ	DZ	الدنيا	العليا
			($V_d = 0$)	($V_d = 0$)
السرطان في نفس الموقع	6.8	2.6	0.33	0.23
السرطان في أى موقع	15.9	12.9	0.15	0.1
جلط دم شرياني مرتفع	25.0	8.6	0.62	0.53
القصور على	67.0	0.0	1.0	1.0
الذهان الانبساطي الاكتئابي	67.0	5.0	1.05	1.04
الموت من إصابة ميكروبية حادة	7.9	8.8	-0.06	-0.06
السل	37.2	15.3	0.65	0.53
الحصى الروماتيزمية	20.2	6.1	0.55	0.47
روماتيزم المفاصل	34.0	7.1	0.74	0.63
الأزمة الربوية	47.0	24.0	0.71	0.58

جميع المقارنات ما عدا الخاصة بالسرطان والإصابة الميكروبية الحادة كانت عالية المنوعة مصدر البيانات هارفارد للموهج (١٩٦٥) وحالات بواسطة كافالي - سفورزا وبودمر (١٩٧١) من كتاب رواية العضاير الإنسانية لمؤلفين كافالي سفورزا وبودمر شركة لريجان طبعة ١٩٧١ .

هذا المستوى العالي من الخلط في مجموعة « السرطان عند أى موقع » أدى إلى وجود اختلاف بسيط في معدل التوافق كما هو متوقع . وعندما يتحدد السرطان في نفس الموقع فإن ذلك يؤدي إلى توقع درجة أعلى من التحكم الوراثي ، وطبقاً لما هو متوقع تكون هذه المجموعة أكثر تجانساً .

وتبدو الدرجة العالية من التحكم الوراثي للقصور العضلي والذهان الانبساطي - الاكتئابي على نقيض الأمراض الأخرى في الجدول ٧ - ٣ ، ومع ذلك فإن هذه الأرقام من المعتقد أن تكون تقديرات مبالغ (انظر كافالي - سفورزا وبودمر ١٩٧١) للذين قدما الأسباب الرياضية المحتملة لذلك) . وهذه القيم المتطرفة العالية تتناقض أيضاً مع سلسلة الأمراض الأكثر تحفظاً - ضغط الدم الشرياني المرتفع والسل والحصى الروماتيزمية وروماتيزم المفاصل والأزمة الربوية - التي تتجمع في الجزء المرتفع من ٠.٥ إلى ٠.٧ ، والتقديرات الأخيرة متوافقة مع الدراسات المقارنة الأخرى (كافالي - سفورزا وبودمر ١٩٧١) ، حيث يقترح وجود مكون وراثي هام لهذه الأمراض . وتعرف بعض العوامل البيئية التي قد تؤثر في نسبة حلولها ، فعلى سبيل المثال ؛ ضغط الدم الشرياني المرتفع والأزمة الربوية يتأثران بالانفعال . أما الدرجة العالية من التحكم الوراثي للصفات السلوكية الخاصة بالقصور العضلي والذهان الانبساطي الاكتئابي سوف تناقش أكثر في الفصلين ١١ و ١٢ .

٧ - ٣ التوائم والدراسات الوراثية : الصفات ذات التباين المتصل أو المستمر

دعنا نلقى نظرة على الاختلافات بين فردى كل زوج من أزواج التوائم DZ, MZ لصفة إنسانية مقاسة مثل الطول واقفا . فمن دراسات أجريت بواسطة نيومان وفريمان وهولزنجير Newman, Freeman & Holzinger ١٩٣٧ اتضح ما يلي :

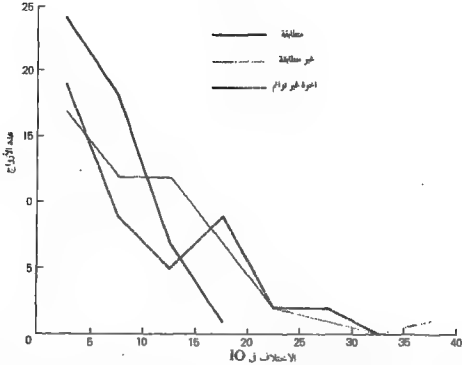
	الانحراف بين فردى الزوج - سم	العدد
MZ	1.7	50
DZ	4.4	52
المتوسط غير توائم	4.5	52

وقد ظهر أن التوائم MZ أكثر تشابها من التوائم DZ والاختلاف غير التوائم وقد أمكن الحصول على نتائج مماثلة للعديد من الصفات الانسانية المقاسة المتصلة التباين مثل انحرافات مقاييس الذكاء .

ويتجدد معامل الذكاء (IQ) بأحدى طرق الاختبار القياسية ، مثل اختبار استانفورد - بينية Stanford-Binet مثلا . ومعامل الذكاء IQ يتكون من معامل للعمر العقل للفرد كما عرف بواسطة الاختبار مضروبا في ١٠٠ ومقسوما على العمر الزمني . ونتائج الاختبار ١٠٠ تقريبا يمثل متوسط للعشرة ، وعلى ذلك فإن التسجيلات العليا والدنيا تمثل ارتفاع وانخفاض الذكاء - وذلك طبعاً بفترض أن IQ يمثل مقياساً حقيقياً لصفة غير قابلة للتحديد إلى حد كبير ، وهى الذكاء .

ويصور شكل ٧ - ١ الاختلافات داخل الأزواج في ستانفورد - بينية IQ بين فردى توائم MZ وتوائم DZ وأزواج من الاختلاف غير التوائم . ويلاحظ بوضوح أن أقل الاختلافات تكون بين توائم MZ بمقارنتها بتوائم DZ وبالاختلاف غير التوائم كما يلاحظ التشابه بين توائم DZ والاختلاف غير التوائم . وعلى ذلك ، فاحتمال أن اختبار ستانفورد - بينية لقياس IQ ينخفض ، ولو جزئياً ، للتحكم الوراثى يجب أن يعد كبيراً عند هذه المرحلة .

ويمكن أيضاً تقدير بيانات التوائم من التلازم بين فردى كل زوج . ويمكن أن تستخدم نماذج مختلفة من معامل التلازم ، من ذلك ما هو موجود في قسم ٦ - ٩ ،



شكل ٧ - ١ : الأسس الوراثية للذكاء . المنحنيات محمّدة على متافوردسية IQ في ٥٠ زوجا من التوائم المتطابقة (MZ) و ٤٧ زوجا من التوائم غير متطابقة (DZ) و ٥٢ زوجا من الأخوة (عن نيومان وفريمان وهولزجر ١٩٣٧) .

معامل التلازم داخل الأقسام intraclass correlation coefficient الذى يعامل الأزواج بتائل . ويحدد كما يلي :

$$r = \frac{2\sum(x_i - \bar{x})(x'_i - \bar{x})}{\sum(x_i - \bar{x})^2 + \sum(x'_i - \bar{x})^2}$$

فالقياسات x_i , x'_i هى زوج القياسات في ترتيب اعتباطى تماما . وتستخدم هذه الطريقة حيث كان لتوأم القياس x والآخر y فمن غير الممكن في حساب معامل التلازم في قسم ٦ - ٩ أن يحسم أى توأم x وأبها y . وعلى ذلك فإن الطريقة المفيدة أن تؤخذ أزواج القياسات x, x في ترتيب اعتباطى إذا أريد توضيح استخدام المعادلة السابقة على نحو مناسب .

وقد استخدمت معادلة مكافئ H الاحصائى المذكورة في قسم ٧ - ٢ ، بكثرة حيث يعبر عنها باصطلاحات التوافق للتوائم MZ, DZ . ويوجد تقدير يماثل H الاحصائى يمكن استخراجه من معاملات التلازم داخل الأقسام .

فإذا كان r_{MZ} , r_{DZ} هي معاملات التلازم داخل الأقسام التوائم MZ, DZ على الترتيب ، فإن H الاحصائي يكون

$$H = \frac{r_{MZ} - r_{DZ}}{1 - r_{DZ}}$$

ويتضح أنه إذا كان r_{MZ} أكبر كثيرا عن r_{DZ} ويقترب من الواحد ، فإن H تقترب من الواحد ؛ وعلى العكس كما في حالة أخذ الأمراض المعدية عندما تكون r_{MZ} , r_{DZ} من المتوقع أن يكونا متساويين فإن H تصبح قريبة من الصفر .

ووجود توائم MZ التي ربيت بعيدا عن بعضها يضيف بعدا جديدا للتحليل ، حيث ندرس تأثيريين مختلفين على تركيب وراثي واحد . ويمكن أن نقوم بمقارنة توائم MZ التي ربيت بعيدا عن بعضها (MZA) Apart بتلك التي ربيت معا (MZT) together . إذا كانت r_{MZT} , r_{MZA} هي معاملات التلازم داخل الأقسام المناسبة ، فإنه من الممكن تقدير تأثير اختلاف البيئات على نفس التركيب الوراثي . والتقدير يحسب بطريقة مماثلة للمعادلة السابقة .

$$E = \frac{r_{MZT} - r_{MZA}}{1 - r_{MZA}}$$

حيث تمثل E التأثير البيئي .

بالإضافة لذلك فإن E, H الاحصائيين يمكن توضيح التعبير عنهما بتقدير التباينات الاختلافات بين فردى أزواج التوائم كالتالي :

$$H = \frac{V_{DZ} - V_{MZ}}{V_{DZ}} \quad \text{and} \quad E = \frac{V_{MZA} - V_{MZT}}{V_{MZA}}$$

وهذا يعطينا طريقة أخرى للحساب .

وتستنتج بتحفظ عندما قدم H الاحصائي في قسم $\gamma - \gamma$ فالقيمة المعنوية لـ H الاحصائي توضح غالبا وجود تباين وراثي للصفة في العشيرة . ولكنه ليس من الممكن الحصول على قيم أكثر دقة قبل درجة التحكم الوراثي والمكافئ الوراثي . ولهذا فإن القليل يمكن أن يقال عن الأساس الوراثي للصفة المذكورة ، فعلى سبيل المثال لا يمكن أن تذكر أي شيء عن السيادة النسبية للجينات المتحكممة في الصفة .

٧ - ٤ الوراثة والبيئة في الإنسان

أعطيت أدلة في الفصل السابق على وجود درجة عالية من التحكم الوراثي لبعض الشذوذات السلوكية في الإنسان . وفيما يختص بالتوائم فإن المشكلة تكمن في نقص التحكم في البيئة . وهذا يمثل عائقا في جميع دراسات الصفات الكمية في الإنسان . وقد تفاقمت هذه المشكلة في الإنسان وذلك للصعوبات الكامنة في مقارنة التباين البيئي داخل أزواج التوائم الموجود في أفراد أخرى بعيدة القرابة اختبرت عشوائيا وكذلك بالتباين الملاحظ في حالة الاخوة غير التوائم .

بيئة الأقارب ، وخاصة الاخوة ، عادة ما تكون متشابهة .

وطريقة تقدير أثر البيئات المتشابهة على التوائم MZ وصفت في قسم ٧ - ٣ ونتجت من دراسة جزء صغير من التوائم MZ التي انفصلت عند الميلاد أو بعده مباشرة وريبت بعيدا عن بعضها (جدول ٧ - ٤) . هذه الحالات غير العادية من أزواج MZ تغطي وصفا تجريبيا فريدا لمقارنة التعبير الخاص بتركيبين وراثيين متطابقين في عائلتين مختلفتين ، أو بمعنى آخر بينين مختلفتين . ومن حالتين لحصر قيم E,H المعرفتان فيما سبق نتجت التقديرات الخاصة بالتحكم الوراثي والبيئي (جدول ٧ - ٤) . وعموما H للطول $H > H$ للوزن $H > H$ للمقاييس السلوكية المختلفة (IQ والشخصية) . وعلى وجه الخصوص فإن تقديرات قيم الشخصية منخفضة . ومرجع ذلك إلى قلة دقة الاختبارات وطبيعتها العشوائية . وقيم E تبدو أكثر شلوذاً ، بعضها سالب وبعضها موجب ، على العكس من قيم H فكلها موجبة . وهذه القيم تفسر الأهمية الكبرى للتركيب الوراثي عند البيئة لمعظم الصفات بما في ذلك IQ والشخصية . ولكن ليس معنى ذلك عدم أهمية البيئة . التباينات في E قد يكون مرجعا جزئيا للاختلافات بين العينات . ويوجد مثل سلوكي آخر يوضح وجود مكون وراثي أكبر من البيئي ، ويتمثل في عادة التدخين (انظر قسم ٢ - ٤) ، حيث تكون التوائم MZ سواء معاً أو بعيدا عن بعضها شديدة الاتفاق ، ولكنها تختلف إجمالا عن توائم DZ . وعلى هذا فإن دراسات التوائم تعطى معلومات هامة عن المكونات الوراثية والبيئية للصفات الكمية وخاصة إذا أخذ في الاعتبار الحالات النادرة التي انفصلت فيها التوائم MZ عند الميلاد .

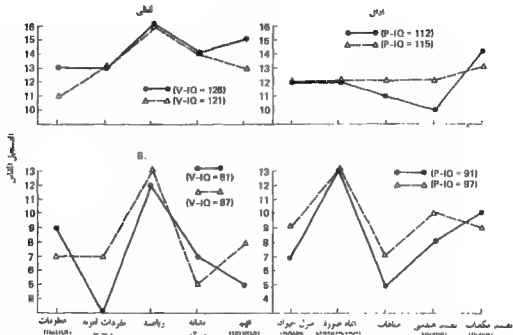
ويوجد برهان مقنع عن التماثل الوراثي للتوائم يتأتى من أعمال ولسون Wilson (١٩٧٢ و ١٩٧٥ و ١٩٧٧) اعتادا على دراسة توائم لويس قيل ، حيث خضعت

جدول ٧ - ٤ : تقديرات التحكم الوراثي (H) والبيئي (E) في صفات ليراث MZ ريت بعيدا ومع بعضها
وتوائم DZ

الصفة	H		E	
	N ₁ توائم F ₁ و فرقاء F ₂ وهولزنجير g شيلز (١٩٦٢)	N ₂ توائم F ₂ و فرقاء F ₂ وهولزنجير g شيلز (١٩٦٢)	N ₁ توائم F ₁ و فرقاء F ₂ وهولزنجير g شيلز (١٩٦٢)	N ₂ توائم F ₁ و فرقاء F ₂ وهولزنجير g شيلز (١٩٦٢)
الطول				
أب	+0.89		+0.67	
ذكور			+0.89	-0.54
كلا الجنسين		+0.81		-0.64
الزوجة				
انثى	+0.57			
كلا الجنسين		+0.78	-0.62	+0.27
معامل الذكاء			+0.68	
القدوم المزداد الكبرية	+0.53			
عقد نسب		+0.68		+0.64
عقد نسج			-0.04	
السمنة				
عظام صلب كل حارسه	+0.50		-0.33	
الخصامة	+0.30		-0.36	
زود و ترب عانس				
الخصامة				
الاستقاء		+0.30		-0.06

عدد الأزواج التي درسها شيلز ٤٤ وتوائم فرقاء وهولزنجير ١٩
المصدر : يصرف عن كفال - سفورز وبودمر (١٩٧١) .

التوائم المولودة حديثا للدراسات مطولة عن النمو والتكوين . وقد استنتج ولسون من الاختبارات التي أجريت على أعمال ٣ و ٦ و ٩ و ١٢ و ١٨ و ٢٤ شهرا أن التعرض للظروف البيئية فقط هو الذي يؤدي إلى اضطراب التكوين العقلي للأطفال والذى يحكمه أساسا البرنامج الوراثي (الطبعة الزرقاء 'blueprint') للتوائم . مثل هذه الأوضاع قد تتضمن تعرض أحد كلا الفردين في الزوج المدروس لتثبيت النمو بسبب عدم السماح باكتمال النضج أو بالتعرض لبيئة فقيرة أو لحادث صدمات عند الميلاد (ولسون ١٩٧٢) . بعد ذلك وضع ولسون (١٩٧٥) تقديرات للنماذج الادراكية لأعمار ٤ و ٥ و ٦ سنوات . وقد استنتج أنه في وجود مدى كبير من البيئات المنزلية فإن الطبعة الزرقاء الوراثية تكون ذات مساهمة حقيقية لنماذج الادراكية والتكوين . والرسم الممثل في الشكل ٧ - ٢ يوضح نتائج زوجين من التوائم وحيدة الزوجات لتسجيلات معاملات الذكاء اللفظية Verbal والأدائية Performance . وفي هذا المثال ، نجد أن قيم



شكل ٧ ٢ : قطاعات جانبية لتسجيلات الاختبارات الفرعية لزوجين من التوائم أحادية الزيجات لمكونات معامل الذكاء اللفظي (V-IQ) ومعامل الذكاء الأداني (P-IQ). تظهر التوائم في شكل ٧ ٢ قطاع مسطح نسبيا لتسجيلات الاختبارات الفرعية ولكن تلك الموجودة في شكل ٧ ٢ تظهر انشعابا ملحوظا أو تشتتا بين الاختبارات الفرعية لكلا المقياسين أعطيت معاملات الذكاء اللفظية والأدانية في كل حالة (بتعديل من ولسون ١٩٧٥).

معامل الذكاء متشابهة ولكن نلاحظ أيضاً وجود درجة عالية من التوافق في الاختبارات الفرعية التي تكون معاملات الذكاء اللفظية وأدائية. وحتى هذه المرحلة فإن تلازمات التراكيب الوراثية مع البيئة تبدأ في الظهور حيث أن الحالة الاجتماعية الاقتصادية ومعامل ذكاء الآباء أعطت تلازماً مع معاملات الذكاء للتوائم عند عمر ٦ سنوات.

وكما هو متوقع، أمكن الحصول على نتائج مشابهة بواسطة ولسون (١٩٧٧) لتوائم في أعمار ٧ و ٨ سنوات. والرجوع المستمر لهذه الدراسة التكوينية الفريدة سيكون متوقفاً، لأنها ستساعد في وضع تفسيراتنا عن بيانات التوائم البالغة. وفي ١٩٧٧ كان استنتاج ولسون هو «اختلافات الأفراد في الذكاء لا يمكن أن تلغى بعض النظر عن مدى تركيز الدرس أو حماسة المدرس». فالتباينات المحددة مسبقاً لتركيب الوراثي متأصلة الجذور بحيث لا يمكن لأية تمارينات خاصة إزاحتها جانباً. ولكن معرفة ذكاء كل طفل بدقة يعد من الأهداف المرجوة، وكذلك فإن الجهود التعليمية المسترشدة بهذا الحذف يجب أن تعطى الأولوية.

ومثل هذه الطريقة للتعليم سوف تؤدي إلى التلازم المتوقع السابق ملاحظته بين التركيب الوراثي والبيئة . وهذا هو أحد الملامح العامة للدراسات الخاصة بالأدوار النسبية للتوارث والذكاء ، وإن كان الأخير قد تم التعرف عليه .

والآن سنمضي المناقشة إلى أبعد من مجرد اهتمامنا بالتوائم لنضم اهتمامنا بمجاميع العائلات بتفصيل أكبر - وفي مجال الاهتمام بالتباين الوراثي في الإنسان فإن ذلك يمكن أن يضم مكونا إضافيا V_{am} وهو التباين الذي يعزى إلى التزاوج المظهري (قسم ٢ - ٣) والذي يكون من نتيجته زيادة التراكمات الوراثية الأصلية ، حيث تظهر عموما أكثر مما هو متوقع تحت ظروف التزاوج الاعباطي الحقيقي . وكنيتجة لذلك فإن V_A يتضخم بزيادة نسبة الأفراد الذي يحملون تغييرا متطرفا لصفة ما (عادة تراكمهم الوراثي أصيل) . والتباين الوراثي (بإهمال التفوق كما في قسم ٦ - ٤) يمكن كتابته هكذا .

$$V_G = V_A + V_{am} + V_D$$

وباستخدام طرق التربية المناسبة في حيوانات التجارب فإن V_{am} يمكن أن تصل قيمته لصفر وأحد آثار V_{am} في الإنسان هو زيادة المكافئ الوراثي وذلك لأن V_{am} يؤدي لتضخم التباين الوراثي المضيف .

والآن ، نعود إلى تقدير التباين البيئي . فإذا كان ذلك ممكنا بالنسبة لحيوانات التجارب فإنه من مستحيل في الإنسان أن نتحكم في البيئة بكل دقة . وبالنظر إلى التباين البيئي في الإنسان ، وذلك بتقسيمه تبعا لكافاللي - سفورزا وبودمر (١٩٧١) ، تطبق المعادلة .

$$V_E = V_{ind} + V_{fam} + V_{rec} + V_{rec} + V_{og}$$

حيث يمكن تعريف مكونات التباين على النحو التالي :

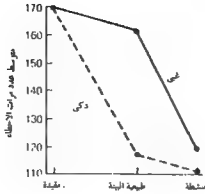
• V_{ind} وهو التباين بين الأفراد داخل العائلات . وهو موجود بكل العائلات ولكنه يختلف من عائلة لأخرى . فمثلا التباين البيئي لتوائم MZ قد يكون أقل عنه لتوائم DZ وذلك لأن توائم MZ بسبب تطابقها في التركيب الوراثي فإن ذلك قد يؤدي لاختيارها بيئة مماثلة . والتباين البيئي بين التوائم DZ قد يختلف عنه بين الأخوة غير التوائم ، حيث تتضمن الأخيرة مكونا آخر وهو ترتيب الميلاد . وقد تكون هناك تباينات تبعا لاختلاف حجم العائلات أيضا .

● v_{fam} وهو التباين بين العائلات داخل الطبقات الاجتماعية الاقتصادية وهو يضم التباين بين الأب ونسله . ويمكن تقدير أهميته بالحصول على التلازم بين أمهات الرضاعة والأطفال المتبنين . ولكن تجارب الاختيار المكافئ التي أجريت غالبا عن طريق التبنى أوضحت تميزا في النتائج .

● v_{soc} وهو التباين بين الطبقات الاجتماعية الاقتصادية فالاختلافات الثقافية بين العائلات أو المجموعات الاجتماعية قد يمكن المحافظة عليها بالتوارث الاجتماعي الثقافي ، وهي التي تؤدي إلى تلازمات بين الأقارب ، حيث يكون من الصعب التمييز بينها وبين تلك التي تعود إلى التحكم الوراثي . ومثل هذه العوامل تكون في غاية الأهمية عند إجراء المقارنات بين المجموعات العرقية . فالعزل الجغرافي في بيئات مختلفة قد أدى إلى تطور الاختلافات الوراثية بين السلالات ، وفي نفس الوقت فقد أدى إلى اختلافات ثقافية موازية ومستقلة غالبا .

● v_{rac} وهو التباين في الأحوال البيئية الذي يلزم الاختلافات السلالية والتي توجد بها الاختلافات الثقافية الاجتماعية السابقة . وفي بعض المجتمعات فإن v_{rac} قد يكون عاليا كما في الاختلافات بين السود والبيض الأمريكيين (فصل ١٢) .

● v_{GE} وهو التباين الذي يرجع إلى التفاعل بين التركيب الوراثي والبيئة وهذا يحدث عندما تعطى تركيبات وراثية معينة أشكالا مظهرية مختلفة في بيئات مختلفة (قسم ٦ - ٢) . ومن الصعب إعطاء أمثلة عن الإنسان في هذا المضمار ، ولكن بالإضافة إلى ما سبق توضيحه في قسم ٦ - ٢ ، من المفيد أن نلقى نظرة على تجربة القدرة على التعلم في المتاهة التي أجراها كوبر وزوبك (Cooper & Zubek) (١٩٥٨) في الجرذان . فقد استخدم الانتخاب الموجه بنجاح لإنتاج سلالتين : « ذكي bright » و « غبي dull » وذلك بالنسبة لتعرف طريقيهما في المتاهة . ونعت الظروف المعملية القياسية للجرذان ، كان متوسط الفرق في عدد الأخطاء في المتاهة بين السلالة الغبية بالمتاهة maze-dull والسلالة الذكية بالمتاهة maze-bright حوالي ٥٠ خطأ (شكل ٧ - ٣) ولكن في بيئات مقيدة وجد أن كلتا السلالتين كانتا متساويتين ، حيث انخفض مستوى السلالة الذكية ليصل إلى مستوى الغبية وهذا يعكس تفاعل وراثي بيئي حيث أن الذكاء بالمتاهة كانت أكثر تأثرا بالبيئة المقيدة عن الغبية بالمتاهة . وعلى العكس من ذلك في بيئات منشطة فإن درجة التحسن النسبية في الأغبياء بالمتاهة كانت أعلى بمقارنتها بالأذكى بالمتاهة ، حيث أن توفير بيئة أحسن أدى إلى تحسين الأغبياء بالمتاهة بدرجة أكثر نسبيا



شكل ٧ - ٣ : تفاعل التركيب الوراثي
بالبيئة معوسط مرات الخطأ في حقل متاهة مغلق
لجرذان أذكاء وأغباء تربت في بيئات منشطة
وطيحية ومقيدة (عن كوبروزوبك ١٩٥٨) .

عن الأذكاء بالمتاهة . وعلى ذلك فإن التأثير المعقد لتفاعل التركيب الوراثي بالبيئة في الفئران أمكن تقديره ، وذلك لأن كلا التركيبين الوراثيين والبيئة أمكن تحديدهما بدقة كبيرة وهو أمر لا يبدو ممكنا للإنسان . وفي الحقيقة فليس في الإمكان تعريف التركيب الوراثي أو البيئة في الإنسان في العشيرة . وهذا يعني أن عزل التفاعل بين المكونين مستحيل ، حيث أن فصل V_{GE} من V_{II} في الإنسان يعد مشكلة غاية في التعقيد . وكما سوف نرى في فصل ١٢ ، فإن هذه النتيجة ذات أهمية قصوى في أمور مثل تفسير (ولكن ليس في وجود) الاختلافات السلالية في تسجيلات معامل الذكاء وبعض الصفات السلوكية الأخرى .

وقد اقترح كاتل Cattell (١٩٦٥) مدخلا للدراسة تفاعل الوراثة والبيئة في الإنسان ، والتي يستخدم فيها نماذج بيئية متنوعة ، وبالتالي فمن الممكن تعميمها عن الطرق التي سبق التعرض لها . وهي طريقة تحليل التباين المتعدد المجرد $multiple\ abstract\ variance\ analysis$ (MAV). هذه طريقة تتطوى على صعوبة واضحة في الوقت والتكاليف فهي تحتاج حسب تقديرات كاتل ٢٥٠٠ زوجاً من الأطفال للتحليل الموسع . والطريقة كما تبدو معوقة بدرجة كبيرة من وجهة النظر العملية ، ولذلك فليس غريباً أن قلة قليلة من التحليلات قد أجريت فعلاً . والجامع الأساسية لأنواع العائلات هي (١) توائم متطابقة ربيت معاً (٢) توائم متطابقة ربيت منفصلة (٣) أشقاء ربوا معاً (٤) أشقاء ربوا منفصلين (٥) اخوة غير أشقاء ربوا معاً (٦) اخوة غير أشقاء ربوا منفصلين (٧) أطفال غير أقارب ربوا في نفس العائلة (٨) أطفال غير أقارب ربوا في عائلات مختلفة . ومن هذه المجموعات يمكننا الحصول

على المعلومات الخاصة بالتلازم بين التوارث والبيئة . فمثلاً أمكن الحصول على تلازم + ٠,٢٥ بين التأثيرات الوراثية والبيئية . على الذكاء ، وهذه القيمة تقترب تماماً من القيم المتحصل عليها + ٠,٢٢ إلى + ٠,٣٠ ، للتلازم بين الذكاء والوضع الاجتماعي كما وضع من بيانات ولسون السابق ذكرها .

٧ - ٥ هل يمكن افتراض التزاوج الاعتباري في الإنسان ؟

في حساب التلازمات بين الأقارب التي نوقشت في الفصل ٦ كان يفترض حدوث التزاوج اعتبارياً . وعلى ذلك ، فعند حدوث أى انحراف عن التزاوج الاعتباري مثل التربية الداخلية أو التزاوج المتناسق نجد أن المعادلات المعطاة في قسم ٦ - ٨ لا تكون دقيقة تماماً ، كما اتضح في قسم ٧ - ٤ ومنذ أمد طويل (١٩٠٣) وجد بيرسون ولي Pearson & Lee في الإنسان تلازماً موجبا بين الشريكين عند الزواج لصفات جسدية مثل القامة وطول الذراع . ومعاملات التلازم بين المتزوجين كانت عادة حوالى + ٠,٢ ، وعلى سبيل المثال فقد حصر سبوهلر Spuhler (١٩٦٨) ١٠٥ صفة جسدية في ٤٠ عينة من العشائر الإنسانية . وكانت معاملات التلازم في المدى من + ٠,١ إلى + ٠,٢ ، غالباً بالنسبة لحجم الجسم في الأوروبيين والأمريكيين المنحدرين من أصل أوروبي ؛ رغم أن معاملات التلازم الأقل من + ٠,١ و كذلك التي تقع في المدى من + ٠,٢ إلى + ٠,٣ ، كانت شائعة تماماً . ومعاملات التلازم التي تزيد عن + ٠,٥ ، كانت نادرة المخلو . والبيانات التي تحصل عليها سبوهلر تظهر في جدول ٧ - ٥ . والواقع أن دراسات التزاوج المتناسق في العشائر غير الأوروبية قليلة . وفي دراسة لعشيرة راما - نافاجو الهندية والليابانيين لم يلاحظ التزاوج المتماثل بالنسبة لصغر حجم الجسم (سبوهلر ١٩٦٨) .

وبالنسبة للصفات السلوكية فإن الميل نحو حدوث تزاوج مظهرى موجب قوى قد ظهر في بعض الحالات (سبوهلر ١٩٦٢) . وفي أحد تقديرات الذكاء باستخدام جداول رافن المتدرجة Raven Progressive Matrices تم الحصول على معامل تلازم + ٠,٣٩٩ ، ($P > 0.01$ للانحراف عن صفر) .

وفي أحد الاختبارات اللفظية التي تعتمد على اختيار كلمة من بين أربعة كلمات لتعطي أحسن المعاني لكل من ٤٠ جملة تم الحصول على $r = ٠,٣٠٥$ و $٠,٧٣٢$ ($P < ٠,١$ في كلتا الحالتين) للعدد الكلي من الاجابات الصحيحة ولنسبتها من بين مجموع الاجابات على الترتيب . وقد أوضح سبوهلر أيضاً وجود تزاوج متناسق موجب

جدول ٧ - ٥ : معاملات التلازم التي وجدت في دراسات عديدة لصفات جسدية عديدة في عشيرة بشرية

مجموع القياسات التي أجريت	معاملات التلازم						الصفة
	<0	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.3	0.3-0.4	>0.4	
طول القامة	1	6	8	7	4	1	27
طول الجفون	1		3	3			7
الوزن		1	2	3	1		7
محيط الصدر		2	5				7
محيط الرأس	2	3	1	2			8
دليل الحموضة	2	12	5	3			22
دليل الوجه	4	7	3		1		15
دليل الألف	3	2	1	2			8
لون الشعر			2	2	1		5
لون العين	1	1	1	1		1	5

المصدر : سيوهر ١٩٦٨

حقائق لبعض الصفات النفسية مثل التداعي والميل العصبي والسيادة ، كما وحد بكمان Beckman (١٩٦٢) ذلك بالنسبة للقابلية للموسيقى . وعموما فإن الميل للتزاوج المتناسق يبدو أقوى في حالة الصفات السلوكية عن الصفات الجسدية .

وأبعد من ذلك فإنه كثيرا ما يتكرر التلازم الموجب بين الوضع الاجتماعي الاقتصادي وطول القامة . وبالمثل فإنه يوجد تلازم قوى بين الوضع الاجتماعي الاقتصادي بين الزوج والزوجة . وعلى ذلك يمكن الجزم بأن التلازمات الموجبة بين الأزواج بالنظر لطول القوام قد تعود جزئيا للتلازم مع الوضع الاجتماعي الاقتصادي . وبما أن طول القوام متلازم أيضاً مع صفات جسدية أخرى مثل الوزن ومحيط الصدر ، فإن تلازمات مماثلة يمكن توقعها لهذه الصفات . وحقيقة عدم وجود تزاوج متناسق في عشيرة راما - نافاجو بالنسبة للصفات الجسدية (سيوهر ١٩٦٨) ، وذلك بعكس ما وجد في حالة القوقازيين وقد تفسر بوجود تركيب اجتماعي مختلف .

وقد ازداد طول القامة في معظم المجتمعات الغربية خلال هذا القرن . ومن البيانات الخاصة بالمجندين الايطاليين قدر كونتريو وكافاللي - سفورزا Conterio & Cavalli-Sforza (١٩٥٩) متوسط الزيادة في طول القوام بمقدار ٠,١ سم لكل سنة أو ٣,٠ سم لكل جيل ، خلال هذا القرن . ومرجع ذلك إلى تحسن أحوال المعيشة وخاصة التغذية ومقارنة الأمراض ، وذلك بدون شك له أهمية بالغة ، حيث اتضح وجود تلازم موجب معنوي بين طول القامة والحالة الاجتماعية الاقتصادية في البيانات الايطالية .

والأهمية النسبية للعوامل الوراثية من الصعب تقديرها، ولكن الخلط (قوة الهجين) كنتيجة لاندماج المجتمعات التي عزلت سابقاً أمر وارد الحدوث. وقد قدر التلازم بين المتزوجين بالنسبة للسنة بمقدار ٠,٨. وعلى ذلك فالتلازم بالنسبة لطول القامة قد يفسر بأن الزوجين متقارباً السن قد ولدا في وقت واحد؛ وذلك إذا ما أخذنا في الاعتبار ما ذكرناه توا من أن طول القامة نفسه يميل للزيادة عبر الزمن.

ويبدو في الأعمال السابقة أمثلة أخرى لحالات تزول فيها التلازمات الموجبة عندما تأخذ الاتجاهات الزمنية في الحساب. وعلى سبيل المثال وجد بكمان (١٩٦٢) أن التلازم بين الزوجات والأزواج بالنسبة لعدد أخواهم يختفى عندما تقتصر المقارنات على فترات زمنية مفردة.

وبالنسبة للصفات مستمرة التوزيع المختلفة، وباستبعاد العوامل غير الوراثية كما نوقش سابقاً، فإن أحد التأثيرات الرئيسية للتزاوج المتناسق الموجب هو زيادة التباين الوراثي المضيف (١٧٨)، إذا قورن ذلك بحالة التزاوج الاعباطي (انظر أيضاً قسم ٧ - ٤). وإذا كان v_A هو التباين الوراثي المضيف تحت ظروف التزاوج الاعباطي فإن v_A يكون تحت ظروف التزاوج المتناسق الموجب و r معامل التلازم بين المتزوجين، وعلى هذا فالنسبة لعدد كبير من الجينات، "أوضح كرووفلزنشتين Crow & Felsenstein (١٩٦٨) أن :

$$v_A \approx \frac{V_A}{1-r}$$

وطالما كانت $r > 0$ ، فإن $v_A > V_A$. وعلى سبيل المثال، إذا كانت $r = 0,2$ ، فإن $v_A = 0,25 V_A$. وهذا يظهر أن التزاوج المتناسق ذو أهمية وراثية بالنسبة للصفات الكمية في الإنسان، التي تشتمل على الصفات السلوكية، وهو أمر يجب التنبه إليه في النماذج التي تعد للدراسات.

وحتى الآن فقد أخذنا في اعتبارنا إمكانية حدوث التزاوج غير الاعباطي داخل المجموع المقترض تجانسها والتي يفيد استخدام التعبير الوراثي السابق منها. ولكن لسوء الحظ غالباً ما يكون مستحيلاً أن تبرهن على أن هناك مجموعة متجانسة، حيث يمكن أن يظهر ما بها من خلط باستخدام تحليل أكثر دقة. فالتردد النسبي من الشمال إلى الجنوب لمجموع الدم في الجزر البريطانية (مورانت Mourant ١٩٥٤) قد وجد في فيكتوريا باستراليا عندما قسم الناس تبعاً لأصولهم العرقية (هات وبارسونز Hatt & Barsonz).

Parsons ١٩٦٥). فالفروض أن يغير التزاوج الاعتبارى هذا الموقف بسرعة ، ولكن استمرار بقاء هذا التدرج يؤدى إلى اقتراح إمكانية حدوث التزاوج المتناسق تبعاً للموطن الأصلى . وقد أمكن باستخدام القاب العائلات كدلائل على الأصل العرقى ، كما أمكن تقسم الزيجات لأكثر من ٣ شهور فى ١٩٦٣ فى فيكتوريا . والأقسام الأربعة المستخدمة اعتمدت على ملاحظة الألقاب الانجليزية (E) والاسكتلندية (S) والاييرلندية (I) وألقاب أخرى (X) . وبمخف القسم الكبير X ، فإن توزيع الزيجات يتضح فى جدول ٧ - ٦ . ويلاحظ وجود زيادة معقولة للزيجات بين أناس يحملون الألقاب الايرلندية وكذلك زيادة مكافئة فى الغالب للأفراد الذين يحملون ألقاباً أسكوتلندية يلزمها نقص حقيقى فى القسم « اسكوتلندى X ايرلندى » .

ومن الغريب أن الاستراليين أصحاب الألقاب الاسكوتلندية والاييرلندية هم أكثر المجاميع انعزالا إذا نظر إليها من وجه النظر العرقية لكلا المجموعتين اللتين تنحدران من أصل سلتى (السلت يتبعون العرق الهندى الأوروبى) . وعلى ذلك فإن العزل المكافئ لهذه المجاميع فى الوطن الأم أمكن المحافظة عليه جزئياً فى استراليا ، وذلك بسبب الاختلافات الحضارية ، حيث أن الأفراد الذين ينحدرون من أصل ايرلندى هم من الروم الكاثوليك فى حين أن الأسكوتلنديين ليسوا كذلك . بالإضافة لذلك فقد توجد سمة ممكنة تتحكم فى اختيار الإنسان لشريكه اعتماداً على وجود صفة أحد أقاربه وخاصة صفات أبائه (بارسونز ١٩٦٧ a) . ولكن مع ذلك فإن الاندماج أمر حتمى ويتم بسرعة . وفى نفس الحين نجد فى حالة اختلاف لون البشرة أن الاندماج بين المجاميع يكون بطيئاً فى العادة .

جدول ٧ - ٦ : نسبة أقسام الزواج الست المحتملة لحامل الألقاب الانجليزية (E) والاسكتلندية (S) والاييرلندية (I) مقارنة بالترفعات المبنية على الزواج العشوائى .

الترفع	الاسم	النسبة	* الاحتمال على أساس الزواج العشوائى	النسب	الترفع
المتوسط	الزواج	للإشارة		العرق	
0.984	E × E	141	p^2	138.785	
1.023	E × S	148	$2pq$	151.354	
1.011	E × I	100	$2pr$	101.077	
0.825	S × S	50	q^2	41.265	
1.344	S × I	41	$2qr$	55.116	
0.708	I × I	26	r^2	18.404	

* بفرض أن p, q, r تمثل I, S, E وهذه الاحتمالات تنتج من أقسام هاردي واينبرج $p + q + r = 1$. حيث $p + q + r = 1$. المصدر : هات وبارسوتر ١٩٦٥ .

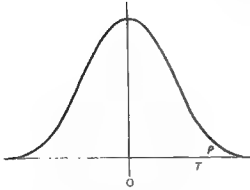
ففي الولايات المتحدة يوجد ميل بسيط لزواج البيض وغير البيض . فقد تمت ٢,٣ في المائة من الزيجات في عام ١٩٦٠ بين البيض وغير البيض والمتوقع أن يحدث التزاوج الاعتيادي ، ومع ذلك فإن نسبة الزيجات المختلفة مازال قليلا رغم مرور الوقت . وكما هو متوقع فنوجد اختلافات واضحة بين الولايات حيث تقف هاواي في منتصف الطريق باتجاه التزاوج الاعتيادي في الفترة من ١٩٥٩ - ١٩٦٤ (كافاللي - سفورزا وبودمر ١٩٧١) . وعلى العموم وحيث أن اختلافات لون البشرة بين السلالات غالبا ما يحافظ عليها لأجيال عديدة تبعا للتزاوج الغير الاعتيادي ، كما سيوضح ذلك في فصل ١٢ ليجعل مقارنات الزواج بين السلالات صعبة ومحدودة الفائدة .

٧ - ٦ الصفات الحدية

نوقشت الصفات الحدية في التوائم في القسم ٧ - ٢ وسوف يمتد حديثنا ليشمل العلاقة بين الأقارب على وجه العموم (هذا القسم يمكن حذفه عند القراءة الأولى) .

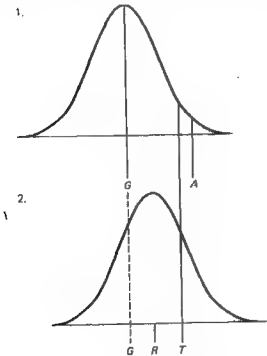
استحدثت رايت (Right) (١٩٣٤) طريقة تختص بالصفات الحدية في دراسة على عدد الأصابع في خنازير غينيا . ووضع افترضه على أن الصفات الحدية تورث بميكنات عديدة ، تماما كما في حالة الصفات الكمية التي نوقشت في فصل ٦ . ويمكننا أن نلقي نظرة على الصفات الكمية مثل تلك التي نوقشت في فصل ٦ باعتبارها صفات حدية مطلوب تقديرها . وبالنظر للذكاء على سبيل المثال ، فإنه يمكننا تقسيم الأفراد إلى عادين وآخرين هامشين أو ناقصين تبعا لتسجيلات محددة مسبقة على الاختبار . وعلى ذلك ففي تحليل الصفات الحدية يكون من الملائم افتراض متغير مستمر أساسي ، والذي يورث بنفس طريقة الصفات المستمرة التغير والتي نوقشت في فصل ٦ . وفي شكل ٧ - ٤ فإن الأفراد التي لها قيمة (X) أعلى من قيمة الأفراد الذين يفترض أنهم يحملون الصفة الحدية (T) والعقبة الإضافية هي أننا مضطرين لتحديد العلاقة بين توزيع X والمتغير المستمر الأساسي والجزء من الأفراد P يحمل الصفة . والصفات الحدية هي من الصفات التي قد يكون من المألوف ظهورها بكثرة ، ويمكن أن تشرح على أساس جين منفرد قليل التفاضلية .

وتوجد طريقة تتعلق بالصفات الحدية في الإنسان استحدثت بواسطة فالكوتر (١٩٦٥) . وقد استعمل بعض المفاهيم التي استحدثت بواسطة مرنى الحيوان والنبات لاكتشاف محصلة تجارب الانتخاب الموجه (قسم ٦ - ١١) . وفي مثل هذه التجارب



شكل ٧ - ٤ : النموذج الأساسي للصفات
الحدية كل الأفراد لها قيم X تزيد عن الأفراد
المتأثرة T والجزء من الأفراد المتأثرة (P) هو
المساحة تحت المنحنى ما بعد T .

فإن جزءاً من العشيرة ينتخب ليعطى أجيالاً فيما بعد . وفي تحليل الصفات الحدية فإن التشابه يعبر عنه بالجزء من أقارب المتأثرين بالصفة الذي يكون بدوره متأثراً بهذه الصفة . فمثلاً إذا أخذنا التعرض لمرض معين في عشيرة ما كما سبق تمثيلها فإن القيمة الحدية (T) ، وعندئذ نقارن التعرض للمرض في أقارب المرضى . أو بمعنى آخر يجب أن يؤخذ في الاعتبار التعرض نفسه أكثر من المرض ذاته . وفي شكل ٧ - ٥ نجد في التوزيع ١ أن الخط الرأسى يمثل القيمة الحدية (T) في العشيرة ككل ، والتوزيع ٢ يعطى توزيع تعرض أقارب المرضى . وقد تغير المتوسط في التوزيع ٢ في اتجاه القيمة الحدية (T)



شكل ٧ - ٥ : وراثة التعرض للأمراض .
يمثل التوزيع ١ العشيرة العامة والتوزيع ٢ يمثل
أقارب الأفراد المرضى مقارنة بالقيمة الحدية
الثابتة (T) . G هي متوسط التعرض في العشيرة
العامة . A هو متوسط التعرض للأفراد المرضى
في العشيرة العامة . R هو متوسط التعرض
للأقارب .

وهذا يوضح أن التعرض للمرض يتضمن مكوناً وراثياً . وعليه فنحن مهتمون بالتعرض للمرض بين الأقارب الذين نشأوا من أفراد تعرضوا للمرض بقيمة أكبر من T في شكل $7 - 5$ توزيع ١ . وتجربة المماثلة للانتخاب الموجه تهدف إلى استنتاج نسبة التعرض للمرض والتي ترجع لعملية الانتخاب بالترية فقط من قبل هذه الأفراد المرضى - والفرق بين متوسطي التوزيعين ($R-G$) يعطى الزيادة الحقيقية للتعرض للمرض اعتماداً على اختيار الأقارب . وفي شكل $7 - 5$ فإن الاختلاف بين المتوسط العام للعشرة ومتوسط الأفراد المنتخين (A) أو $A-G$ يكون مساوياً للفرق الانتخابي للانتخاب الموجه (قسم $6 - 11$) والنسبة بين هذين الاختلافين .

$$\frac{R-G}{A-G}$$

تمثل الانحدار الأقارب على الأشخاص المرضى فيما يتصل بالتعرض للمرض . ومعامل الارتجاع يمكن الحصول عليه من الانحدار للخط الناتج من توقيع قيم $A-G$ في مقابل قيم $R-G$. وعلى هذا فسوف نهم بالانحدار بسيط بين الأب ونسله وهو أمر قد نوقش قبلاً في قسم ($6 - 10$) وعلى ذلك

$$b_{op} = \frac{1/2 V_d}{V_p} = 1/2 h^2$$

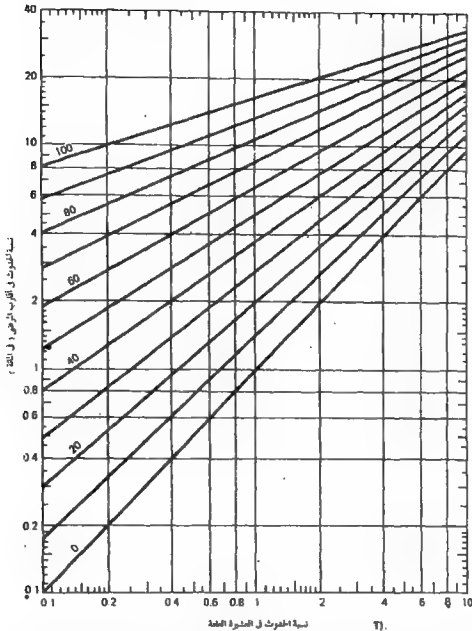
والتي تساوى أيضاً النسبة السابقة . وعلى ذلك فإن انحدار الأقارب على المرضى يعطى تقديراً للمكافئ الوراثي للتعرض للمرض .

وقد وضع فالكوتر (١٩٦٥) تمثيلاً بيانياً (شكل $7 - 6$) عن نسبة الحدث في العشرة العامة وكذلك في الأقارب وهم اخوة وآباء وأبناء . (أقارب من الدرجة الأولى) . ونسبة حدوث المرض بينهم يحتل المحور الرأس ، ونسبة حدوثه في العشرة وقع على طول المحور الأفقي . والمحوران الأفقي والرأسي كمقياسين لنسبة الحدوث يعلمان محاوراً لوغاريتمية . ولتقدير المكافئ الوراثي ، يحدد على المحور الأفقي أولاً النقطة التي تمثل نسبة الحدوث في العشرة ، ثم تحدد النقطة التي تمثل نسبة حدوثها عائلياً . والنقطة التي تمثل تقاطع النقطتين السابقين تكون هي المكافئ الوراثي .

وعموماً يمكننا أن نذكر للأقارب التي تربطهم درجات مختلفة من القرابة المعادلة

$$b = r h^2_{op}$$

حيث r يكون معامل القرابة . وهذه المعادلة تكون غاية في الدقة فقط عندما يكون



شكل ٦ - ٧ : المكافء الوراثي للتعرض للمرض لهفئة سليمة حيث يلاحظ نسبة الحدوث عندما يكون الأقارب هموة أبناء أو أبناء . الأرقام على الخطوط هي المكافء الوراثي (h^2) في المائة (عن فالكوتز ١٩٦٥) .

التباين السيادة (v_p) مساوياً صفر ، أى لا تغلب السيادة أى دور . وبالنسبة للعشائر الإنسانية فإن استخدامه يمكن للكثير من الحالات ، لالكلها ، لانه من غير المتاح تحليل علاقات القرابة في جميع مستوياتها . فتزواج الاخوة الأشقاء (قسم ٦ - ٩) مثلاً يعد استثناء ، ولكن على كل حال فإن v_p عادة ما يكون أقل كثير من التباين الوراثي

المضيف .

وقد بعض قيم r للأقارب الأكثر بعدا في قسم ٦ - ٩ . المعادلة السابقة ، بالإضافة للاعتبارات الأخرى التي وضحت في هذا القسم أظهرت أنه إذا كانت متوسطات التقابلية للتعرض للأمراض متاحة في العشيرة ، فإن بيانات التوائم يمكن أن تؤدي إلى اعطاء تقديرات عن المكافئ الوراثي أو درجة التحكم الوراثي ، وذلك بخلاف H الاحصائي .

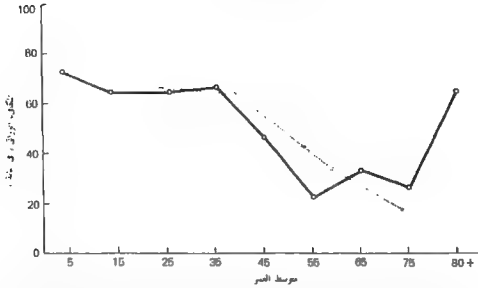
وقد أجرى تحليل مفصل باستخدام هذه الطريقة على مرض البول السكري (فالكونر ١٩٦٧) . فتوزيع معامل الذكاء IQ في مرض البول السكري يعطى توزيعا معتدلا ، ولكن الأطفال المرضى يبلو أنهم أكثر امتيازاً في التعبير اللفظي مع تأخرهم في التعبير

جدول ٧ - ٧ : درجة انتشار مرض البول السكري
عن بيانات مجلس الصحة في الولايات المتحدة ١٩٦٠

1960	(سنوات) العمر		% ذكور		% إناث	
0-24	0.07	0.11	0.11	0.07	0.11	0.07
25-44	0.38	0.49	0.49	0.38	0.49	0.38
45-54	1.37	1.12	1.12	1.37	1.12	1.37
55-64	3.15	2.52	2.52	3.15	2.52	3.15
65-74	5.03	3.44	3.44	5.03	3.44	5.03
75 and over	3.86	3.15	3.15	3.86	3.15	3.86

المصدر : روزنثال ١٩٧٠

الادائي (روزنثال Rosenthal ١٩٧٠) . وقد أجريت عدة دراسات لتوضيح النواحي النفسية لبداية المرض والبعض الآخر لم يهتم بذلك ، بينما حاول البعض إعادة ذلك إلى ميزات شخصية معينة . والسؤال هو إذا كان المرض يؤدي إلى سلوك نفسي شاذ . واعتادا على ملاحظات روزنثال فمن الصعب الوصول إلى استنتاجات ، حيث قد تلعب الثقافة دوراً في تفسيرها (قسم ٣ - ٣) . ومن المشاكل الرئيسية في الاهتمام بهذا المرض هو أن نسبة حدوثه تكون معتمدة على العمر ، كما يظهر في جدول ٧ - ٧ ، فتبلغ نسبة حدوثه ١٠ في المائة في الأفراد حتى عمر ٢٤ سنة في حين تتراوح من ٣ إلى ٥ في المائة في الأشخاص الذين يزيد عمرهم على ٦٠ عاما . ولذلك فعتبر نسبة حدوث المرض أحد الظواهر التي يعتمد عليها في تعريف المرض ، والذي قد يتراوح ما بين نقص نشاط الأنسولين كلية إلى درجات متوسطة وثابتة من ارتفاع سكر الدم إلى مستوى قليل الأهمية من الناحية الطبية وقد تزداد نسبة حدوثه إذا امتدت طرق التشخيص لتتضمن أكثر من المظاهر الالكلينيكية للمرض . فمثلا ، نسبة حدوث المرض في



شكل ٧ - ٧ : التغيرات في المكافء الوراثي للتعرض لمرض البول السكرى بزيادة العمر مقبلا من تلازم الاخوة - الخط الرمادي الداكن : بيانات على الذكور الكندية والخط الأسود : بيانات الإناث الكندية ، والخط الرمادي الفاتح بيانات على كلا الجنسين في برمنجهام ، إنجلترا (عن فالكونر ١٩٦٧) .

الولايات المتحدة يبلغ حوالى ٣,٥ في المائة ، ولكن هذا الرقم يمكن أن يرتفع لأكثر من ٦ في المائة إذا استخدم اختبار تحمل الجلوكوز كطريقة تشخيصية .

وقد كتب نيل وآخرون Neel et al (١٩٦٥) : « أن مرض البول السكرى لعدة اعتبارات هو أحد كوايسس الوراثيين حيث أن المرض يقدم غالبا كل أنواع العقبات للدراسة الوراثية الصحيحة التي يمكن الاعتراف بها » . فبعض العلماء اقترحوا أنه نتيجة توارث جين منفرد متحى غير كامل النفاذية ، وهى وجهة نظر لم يوافقها نيل وآخرون من (١٩٦٥) مؤكدين أنه يرجع إلى تعدد العوامل . على أن إدواردز Edwards (١٩٦٠) قد أوضح أنه يوجد خلاف بسيط بين نموذج جين منفرد غير كامل النفاذية والتوارث عديد العوامل ، إلا إذا كان التباين في النفاذية مرحلة للبيئة تماما . وكذلك فإن التباين في دقة عمليات التشخيص الذى يحدث يؤدى لزيادة التباين البيئى ، وعلى ذلك يبدو من المعقول أن نعتبر مرض البول السكرى صفة حدية .

ويجب أن يكون واضحا أنه من المرغوب فيه أن يخضع المرضى وأقاربهم ذوى الأعمار المقاربة لهم لإجراء التحاليل الخاصة بحدوث مرض البول السكرى ؛ وعلى ذلك فاختبار الاخوة الأشقاء يكون مقبلا . وهذه الطريقة الخاصة قد تكون لها سلبياتها كما اتضح ذلك في قسم ٦ - ٩ ، وذلك بعزى إلى : (١) تشابه المسببات البيئية (١٧) قد تكون ذات

أهمية وخاصة بالنسبة للنظم الغذائية (٢) التباين السيادة (v_D) قد يكون هاما وإن كان من الناحية العملية أصغر جدا عن التباين الوراثي المضيف (v_M). وعلى ذلك فإن تقديرات المكافئ الوراثي تكون لها هذه الحدود. ويوضح شكل ٧ - ٧ التباين في تقديرات المكافئ الوراثي لثلاثة عينات. فقد انخفض المكافئ الوراثي وقيمه ما بين ٦٠ إلى ٨٠٪ للأشخاص الذين تقل أعمارهم عن ٤٠ عاما وإلى ما بين ٢٠ إلى ٤٠٪ للأشخاص الذين تتراوح أعمارهم ما بين ٤٠ و ٧٠ عاما. وعلى ذلك اتضح من الدراسات السابقة أن من أسباب المرض الوراثي الاقتراح الخاص بالعمر، واختلاف معدل حدوث المرض في الأشخاص حديثي العمر عن كبار السن قد يرجع إلى قابليتهم للإصابة به مع التقدم في العمر. وعلى العموم يمكن القول حاليا أنه ربما يكون الأساس الوراثي لمرض البول السكري عائلا لتحكم العديد من الجينات والتي يمكن شرحها على أساس صفة حدية كما أنه توجد علاقة لإمكانية تحكم جينات مختلفة يمكن أن تؤثر في ظهور المرض في مراحل مبكرة أو متأخرة من العمر. وقد اتجه بعض الباحثين لجدولة وترتيب الأجسام المضادة لمرض البول السكري في محاولة لربط مرض البول السكري بالإصابة الفيروسية [انظر نوتكنز Notkins (١٩٧٩) هذه الطريقة]. وقد نوقش مرض البول السكري بشيء من التفصيل وذلك لأن بعض الأمراض التي وصفت في فصل ١١ بين نفس المشاكل في تحليلها، على سبيل المثال التباينات في التشخيص وكذلك العمر عند بداية المرض.

الملخص

لا يمكننا تعريف وتحديد البيئة في بنى الإنسان مثلما هو حادث في حيوانات التجارب. وهذا يحدد جميع الدراسات الكمية لصفات الإنسان وقد أدى إلى كثير من الصعاب لتفسير البيانات على صفات مثل معامل الذكاء IQ. بالإضافة لذلك فإننا لا يمكننا إجراء تجارب إترية، وعلى ذلك فإن البيانات المتاحة فقط هي ما تتوفر وتتجمع من سجلات النسب.

وفي محاولة لايضاح تأثيرات التركيب الوراثي والبيئة، فإن دراسات التوائم قد لعبت دوراً هاماً. وقد اعتمدت هذه الدراسات على مقارنة التوائم أحادية الزيجوت (المتطابقة وراثيا) والتوائم ثنائية الزيجوت (غير متطابقة وراثيا). وقد انتقد البعض طريقة التوائم وذلك بسبب عدم إمكانية التحكم في البيئة. ولو أنه أمكن الحصول على برهان وراثي بين التماثل من التوائم كمحصلة للدراسات المتكاملة حيث أمكن التوصل إلى نتيجة

مؤداها أن اختلافات الأفراد في الذكاء والصفات المتلازمة معه ترجع إلى التحكم الوراثي ، في جزء منها على أقل تقدير .

ومن الدراسات القليلة التي شملت مجاميع العائلات فقد اتضح درجة من التحكم الوراثي للصفات السلوكية وغالبا ما يحدث تلازم كبير بين الوراثة والبيئة لصفات مثل معامل الذكاء IQ . ومن مثل هذه الدراسات باهظة التكاليف ، وهذا أحد أسباب ندرتها .

ومن أكبر التعقيدات في دراسة الوراثة في الإنسان هو حدوث التزاوج المظهري ، وهو الميل لحدوث الزيجات بين أشخاص متماثلين من ناحية الشكل الظاهري أكثر من حدوث التزاوج الاعتيادي . ومن أهم تأثيرات التزاوج المظهري - تغير مكونات التباين بمقارنتها بالتزاوج الاعتيادي . ويوجد تعقيدات أخرى سوف تناقش في فصل ١٢ مثل التباينات بين الطبقات الاجتماعية الاقتصادية والظروف البيئية التي تلازم الاختلافات السلالية . وتحليل البيانات الكمية في الإنسان هو من الصعوبة والتعقيد بمكان ولذلك فليس من السهل التوصل إليه .

المراجع العامة

GENERAL READINGS

- Cavalli-Sforza, L. L., and W. F. Bodmer. 1971. *The Genetics of Human Populations*. San Francisco: Freeman. This excellent text includes an advanced chapter on the genetic analysis of quantitative traits in human beings. More detailed derivations of the equations given in this chapter are provided.
- Mittler, P. 1971. *The Study of Twins*. London: Penguin. A very readable account of the place of twin studies in behavior-genetics research.
- Shields, J. 1962. *Monozygotic Twins Brought Up Together and Apart*. London: Oxford University Press. One of the few classic analyses of twins brought up together and apart.

الفصل الثامن

وراثة السلوك : الدروسوفلا

٨ - ١ تأثيرات الجين المفرد

بهذا الفصل يبدأ القسم الثالث من هذا الكتاب (انظر الفصل الأول لمعرفة الهدف) وحتى هذه النقطة فقد ركزنا على المبادئ الأساسية لكننا هنا وفي الفصول الأربعة التالية سوف ننظر إلى السلوك التطوري بداية من هذا الفصل الخاص بالدروسوفلا متبعين بالفصل ٩ على القوارض والفصل ١٠ على كائنات مختلفة عديدة من البكتريا والبروتوزوا إلى الثدييات بأقسامها المختلفة . وفي فصل ١١ و ١٢ سوف تمتد المناقشة لتشمل الإنسان . واتخذ التعرض لكائنات معينة حتى يمكن أن نميز السلوكيات التي يسهل دراستها في تجارب معينة . وكما شاهدنا في فصل ١ فإن طرز السلوك التي يمكن دراستها تعتمد على الكائن . ففي بعض أنواع الدروسوفلا قد استحدثت طرق وراثية معقدة بالنسبة للعديد من مجالات الدراسة متضمنة الصفات السلوكية . وزيادة على ذلك فإن سهولة تربية أعداد كبيرة من أفراد سلالة معينة تتحكم فيها جين مفرد يؤدي إلى إمكان استخدام طرق إحصائية دقيقة لتساعد في الوصول إلى الاستنتاجات . ويعطى جدول ٨ - ١ ملخصاً كاملاً لواقع الدروسوفلا كأحد حيوانات التجارب (انظر أيضاً سلسلة وراثية وبيولوجيا الدروسوفلا *Genetics and Biology of Drosophila* ، وهي من أكثر المراجع الموجودة في نهاية الفصل توسعاً بالنسبة لهذا الجنس . نلفت النظر على وجه الخصوص إلى مجلد ٢ منها الخاص بالسلوك)

هذا الباب لا يحاول أن يكون شمولياً فربما يكون ذلك مستحيلاً في مواجهة العدد الهائل في الدراسات الوراثية على الدروسوفلا . كثير من البحوث التي تختص بهذا الباب نوقشت في الأبواب السابقة وسوف نشير إليها . وبعض المظاهر التطورية تناقش في

جدول ٨ - ٩ أسباب أهمية الدروسوفلا ككائن للتجارب الوراثية (خصوصاً الأنواع الأكثر انتشاراً مثل دروسوفلا ميلانو جاستر)

- كروموسومات الغدد العليا لليرقات الحجم الكبير لملك الكروموسومات العلاقة عديدة القيوط يسمح للباحث بتعيز حتى القطع الصغيرة من الكروموسوم المفرد كما لو كان وجه أحد أصدقائه .
- التهجيات . الأعداد الكبيرة قريبة العلاقة تسمح بتربية هجن ذبابة الفاكهة في المعامل .
- السلالات وألوان تحت الأنواع . يمكن أن تقدم العديد من السلالات المختلفة مادة بحثية هائلة المهتمين بعملية التطور ، فمن طريقها تتكون الأنواع الجديدة (النوع speciation) .
- ميكانيكيات العزل . تمتلك الدروسوفلا العديد من ميكانيكيات العزل (مثل العزل الجنسي والعقم الهجينى) التي تمنع التبادل الجيني بين الأنواع .
- الطفرات . بسبب استجابتها لبعض الطفرات مثل أشعة X والمواد الكيميائية يمكن استحداث طفرات الدروسوفلا معملياً بسهولة . يمكن أن تغير الطفرة في الحجم واللون والعدد أو/و تركيب كل أجزاء جسم الحشرة غالباً .
- السلوك تخضع معظم السلوكيات للتحليل الوراثي والتحويل خلال الانتخاب .
- التكافل . تحمل العديد من أنواع الدروسوفلا أنواعاً من الميكروبات التي تسمح للباحثين بدراسة علاقات التكافل ، حيث أن بعض هذه الميكروبات « تورث » أو بمعنى أنها تنقل في الأبناء ، يتم الوراثة على وجه الخصوص يمثل هذه العملية .
- الوراثة السيولازمية . يمكن للدروسوفلا في بعض الأحوال نقل وحدات وراثية سيتوبلازمية إلى النسل .

- قصر فترة الجيل . العديد من الأنواع تتطور من البيضة حتى الحشرة الكاملة في أقل من أسبوعين
- سهولة التربية حتى المبتدئين يمكنهم تربية ذبابة الفاكهة بنجاح
- قلة النفقات . يمكن للحشرات أن تتكاثر بأعداد كبيرة دون تكلفة حيث تغذى على فواكه متخمرة وخميرة .
- صغر الحجم . يمكن تربية أعداد كبيرة من الحشرة في حيز ضيق أحياناً لايتعدى عدة زجاجات .
- الأعداد الكبيرة من النسل . يمكن لألغى ملقحة واحدة أن تنتج مئات من الحشرات .
- كونها غير ضارة . لا تحمل الدروسوفلا أى نوع من الأمراض التي تؤثر على الإنسان . والحشرة الكاملة ليس لها أجزاء فم قارضة أو ثاقبة .
- النسبة الجنسية . تنتج معظم الأنواع أعداداً متساوية من كلا الجنسين في نسلها ؛ أما الأفراد الشاذة فتكون ذات أهمية من الناحية الوراثية .
- الهوالد الكبرى . توجد أنواع يكون نسلها كلية من الإناث وبالذات دروسوفلا مركاتورم D. mercatorum (كارسون Carson .. ١٩٧٣) .
- تعدد الأنواع . هناك أكثر من ١٥٠٠ نوع سوف تناقش فيما بعد .
- الانتشار الواسع . توجد أنواع الدروسوفلا في العالم من المنطقة الباردة إلى الحارة .
- سهولة الجمع . من السهل جمع وإحضار الدروسوفلا في حالة جيدة إلى المعامل .
- قلة عدد الكروموسومات . تحصى الدروسوفلا على عدد قليل من الكروموسومات يمكن تمييزه بسهولة . بعض الأنواع بها ٦ كروموسومات أو ثلاثة أزواج .

الفصل ١٣ . وظهر مستخلص البحوث إلى منتصف ١٩٧١ في بارموزن Parsons (١٩٧٣) .

بجانب ما هو معروف جيداً عن دروسوفلا ميلانوجاستر يوجد أكثر من ١٥٠٠ نوع من الدروسوفلا ؛ ثمانية منها معروفة على أنها منتشرة في معظم أجزاء الأرض : دروسوفلا ميلانوجاستر *D. melanogaster* ودروسوفلا سيميلانس *D. simulans* ودروسوفلا أناناسي *D. ananassae* ودروسوفلا إيمجرانس *D. immigrans* ودروسوفلا هيدى *D. hydei* ودروسوفلا فنبريس *D. funebris* ودروسوفلا ريبلتا *D. repleta* ودروسوفلا بوسكي *D. busckii* . هذه الأنواع تعيش في ستة مناطق معيشية هي الدنيا الجديدة والاستوائية الجديدة والدنيا القديمة الأثيوبية والشرقية والاستراية ، وجميعها تحتوي على تباينات مختلفة في البيئات . وهذه الأنواع يمكن أن تجمع في حالتها البرية باستخدام طعم من الفواكه المتخمرة ، ويمكن تربيتها بسهولة معملياً بالإضافة إلى ذلك فإن هناك العديد من الأنواع واسعة الانتشار ولكن تواجدها يكون في أقل من ستة مناطق معيشية وتشتمل على أنواع مثل دروسوفلا سيد وابسكيورا (انظر بارموزن وستانلي Parsons and Stanley ١٩٨٠) ومعظم المناقشات في هذا الكتاب تتعلق بتواجد الحشرة في العالم وانتشار الأنواع المختلفة بالرغم من أنه في فصل ١٣ سيرد ذكر أكثر الأنواع تخصصاً التي لا تنجذب إلى طعم الفواكه المتخمرة .

احتراماً « للملكة الأم » لجميع أنواع الدروسوفلا فسوف نبدأ بطفرات الدروسوفلا ميلانوجاستر التي تؤثر في السلوك (انظر شكل ٢ - ٣ - الخريطة الارتباطية) . العديد من السلوكيات المختلفة تتحكم فيها جينات مفردة تشغل أماكن متفرقة على كروموسومات الحشرات. دوروسوفلا ميلانوجاستر ذات جينوم معروف معرفة جيدة (الجينوم هو مجموعة واحدة أحادية من الجينات والكروموسومات) بين الكائنات حقيقية الأنوية (كائنات تشكل من خلايا بها أنوية محاطة بأغشية نووية ويحدث بها الانقسام الميوزي) مما يجعلها على الأخص ذات قيمة في تحليل الأقسام الجديدة في الوراثة حال إبدائها . والوراثة السلوكية لا تشذ عن هذه القاعدة .

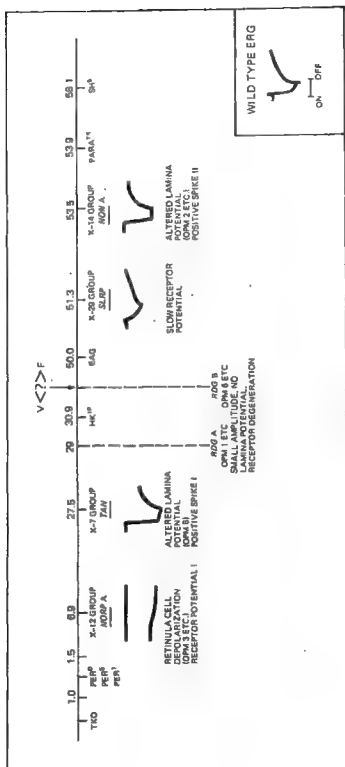
وكمثال أكثر تخصصاً فإن شكل ٨ - ١ يمثل بيانات على الألكتروترينوجرام (إرج ERG مسجل الاستجابة الضوئية الجماعية للخلايا المناسبة تبعاً للكثافة الضوئية) للطراز البري (الحشرات عادية الرؤية) وطفرة في الحشرات المستقبلية للضوء المعروفة بارتباطها بالجنس . فالحشرات سبق أقلمتها على الاظلام لمدة ١٥ دقيقة على الأقل قبل قياس استجابتها الضوئية وذلك بتعريضها للضوء الأبيض لمدة نصف ثانية وقد

استخدمت الحشرات الحية غير المصابة فقط ، ووضع الكترود التسجيل على الشبكية من خلال ثقب دقيق في القرنية . والطفرات المختلفة التي تعزل مستقلة عن بعضها تبنى شلوكذا في تسجيلات ERG أو تحول دون قياسها (انظر أيضا علوى وآخرون Alawi et al ١٩٧٢ على الطفور في دروسوفلا ميلانوجاستر والذي يؤثر في التحويل الضوئي في رؤية الحشرة وهي ميكانيكية يمكن بواسطتها تلقي الاحساس بالاستجابة والذي يكون مرتبطا أيضا بتفاعلات أيونية في أغشية المستقبل) .

درس بنزر Benzer ومعاونوه طفرات موضعية أخرى بينها القدرة على الحركة والرؤية والجنس والاستجابة للضغط وسلوك العضلات العصبية وثلاثة طفرات مفردة الجينات تؤثر في الإيقاع النوري (حوالى ٢٤ ساعة) الخاص بدروسوفلا ميلانوجاستر (كونوبكا وبنزر Konopka & Benzer - ١٩٧١ ؛ بنزر Benzer - والمراجع الملحقه ؛ بنزر Benger ١٩٧٣) . حشرات هذا النوع تظهر قرب الفجر في وجود الندى ، حيث تتوفر درجة الرطوبة العالية اللازمة لها ، وهذا هو في الواقع أساس الاسم دروسوفلا « الحبة للندى » . وبالنسبة لمعظم أنواع الدروسوفلا ؛ فهناك فترة صباحية من النشاط تنتهى وسط النهار ، ويتبعها فترة نشاط مسائية قصيرة .

والدليل القاطع بوجود تحكم وراثي في هذه الساعة البيولوجية (بريتنديرى Prittendrih - ١٩٥٨) يتمثل في الحشرات ذات الطفرة الخاصة بانعدام الإيقاع arrhythmic ؛ حيث تخرج الحشرات دون قيد طوال اليوم : وطفرات الفترة القصيرة التي تتم دورتها في ١٩ ساعة بدلا من ٢٤ ساعة ، وكذلك طفرات الفترة الطويلة التي تمتد دورتها إلى ٢٨ ساعة (شكل ٨ - ٢) . وهنا ؛ نأخذ في الاعتبار مدى كفاءة هذه الإيقاعات المتباينة في تأكيد العزل بين الحشرات ذات الساعات البيولوجية المختلفة (قسم ٥ - ٥) .

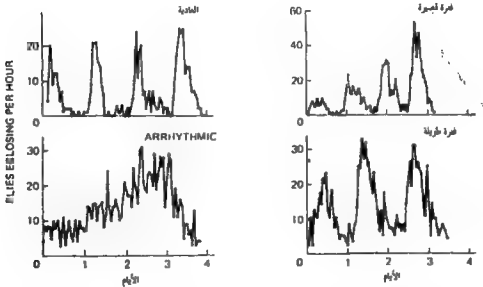
ويمكن الحصول على الدروسوفلا ذات الأنسجة المختلفة وراثيا mosaics - بصورة تفصل سلبية انتظار حدوثها تلقائيا بمعدل شديد الندرة - وذلك بالاعتماد على فقد كروموسوم X الحلقى الغير ثابت . ولأن الكروموسومات الحلقية كقاعدة عامة لا تتجفع في الهجرة إلى أى من القطبين في الأدوار النهائية للانقسامين الميتوزي والميوزي ، فإنها تفقد في الدور النهائي (التيلوفيز) في هذه الدورات ؛ ويتوقف حجم السيج الذكري الناتج على الوقت الذى حدث فيه فقد خلال عملية التكوين عند هذه المرحلة ثم تكون خطين من الخلايا ، أحدهما به كروموسوم X مفرد والآخر به



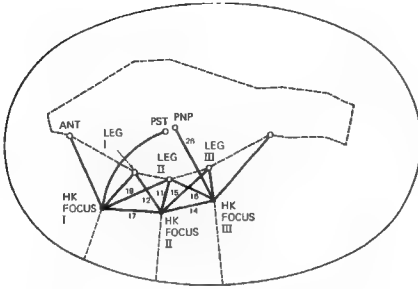
شكل ٨ - ١ : الطفرات العصبية على كودوموسوم X في دروسوفلا ميلانوجاستر . مواقع الطفرات (دون مقاييس موضوعة أعلى الخط . رموز المواقع والخطوط المسجلة المظلة في الألكترونيو جرام (ERG) موضوعة أسفل الخط . يتضح بالشكل ظهور عتلين للمجموعة X-12 بسبب وجود بعض الآليات التي لا تبنى استجابة للإشارة العصبية ، بينما تبنى آليات أخرى درجة بسيطة من زوال الاستطاب . ول أسفل الشكل يتضح ERG المحشرات البنية المتغيرة . والرسم مزود بشرح مختصرة لكل طفرة . كما وضعت المصطلحات البديلة المستخدمة لبعض المواقع بين قوسين (عن جروسفيلد Grossfield - ١٩٧٥) .

كروموسومى X . وعلى ذلك فالأجزاء XO فى الحشرات البالغة تكون مذكورة (وذلك بعكس إناث XO العقيمة فى الإنسان - ترمز - المذكورة فى قسم ٤ - ٣) ، والأجزاء XX تكون مؤنثة . ويمكن تميز هذه الأجزاء فى الحشرات الكاملة باستخدام الطفرات المرتبطة بالجنس ؛ مثل طفرات لون العين ولون الجسم وشكل الشعيرات . باستعمال الطرق الأساسية وبالإضافة إلى التحكم الوراثى الدقيق المتوفر « فقط » فى حالة الدروسوفلا ميلانوجاستر ، يمكن الحصول على خرائط جنينية ذات بعدين لتوضيح مصائر الأنسجة الجنينية المختلفة (fate maps) ؛ وهذه الخرائط يمكن منها الربط بين مواقع تشريحية يعينها وبين الشذوذات التى تؤثر على السلوك (هوتا وبنجر Hotta & Bengier - ١٩٧٢ ؛ انظر شكل ٨ - ٣) .

ولتأخذ فى الاعتبار واحدة من أكثر الخرائط المصرية للأنسجة تفصيلا ، وهى الخاصة بمجين الحركية الزائدة (HK) المرتبط بالجنس (إكيداواكابلان Ikeda & Kaplan - ١٩٧٠ ، b.a) . فالإناث الأصيلة والذكور شبه الأصيلة hemizygous ، والإناث الحلقية بدرجة أقل ، تبدى حركة غير منتظمة الايقاع للأرجل خلال تخديرها بالأثير .



شكل ٨ - ٢ : إيقاع ظهور دروسوفلا ميلانوجاستر فى عشيرة من الطراز البى ومن العذارى المحفوظة فى الظلمة الدائمة (عن كونوبكادبنجر - ١٩٧١) .

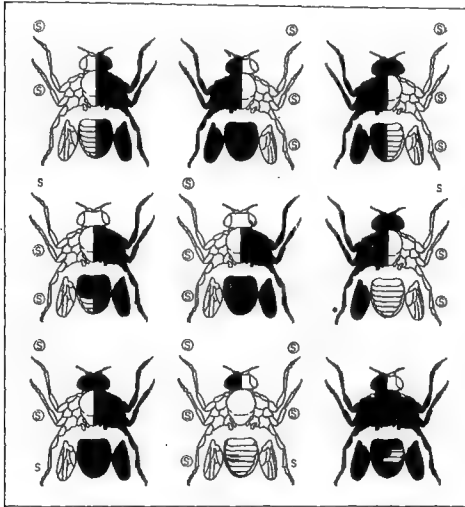


شكل ٨ - ٣ : خريطة مصيرية لجين HK في الدروسوفلا ميلانوجاستر . الظفرات في المواقع الثلاثة الموضحة تربط بالسلوك الطافر (عن هوتا وبنزر - ١٩٧٢) .

يمثل شكل ٨ - ٤ مظهر لتسعة مذنات مختلفة (خلايا في نسيج واحد خليطة الجنس) . بالنسبة لهذه الظفرة تكون أجزاء خليطة من الإناث الذكور - وقد جمعت وإحصيت ستائة شكل خليط *massies* للعلامات على الظهر (سطح الذكور له ألوان وكذلك العين والجسم وأشكال مختلفة للشعيرات وقد اختبرت للهر تحت تأثير مخدر . وقد اتفقوا جميعا إيكادا وكابلان وهوتا وكذلك بنزر **Ikada, Kagalan, Hatts and Bener** على أن الهز أو السيطرة على الأرجل الستة تكون مستقلة عن جميع الأرجل الأخرى وكذلك التركيب الوراثي للقشرة الخارجية *ectile* (عطاء خارجي غير خلوي) . وشكل ٨ - ٣ تمثل الشكل البيضي لأدمة البلاستوتولا *bistoderm* في الدروسوفلا (طبقة من خلايا تحيط المع في بيض الحشرات المخصية) حيث يوصف ثلاثة مراكز تركيبية منفصلة في الحشرة عندما تطفر تؤدي إلى سلوك طفرى . يوجد مركز واحد لكل رجل على جانبي الحشرة حيث توجد هذه المراكز في منطقة داخل البلاستودرم متلازمة مع الجهاز العصبي البطني *Ventral nervous system* أى في بطن منطقة قشرة (ادمة البلاستوتولا) . فالرغم من ملاحظة التماثل في كثير من الأحيان للتركيب الوراثي للرجل وكذلك للقشرة أو الكوتيكول وهناك أدلة كهرووظيفية على السلوك المتغير في *thoracic*

ganglia (تجمع أعصاب في « صدر » الحشرات في الأفراد Hk ويكون تعبيرها الوراثي مستقل والجانب الأيسر والأيمن للتجمع العصبي للحشرة مستقل بعضه عن بعض . وقد يكون التخمين مقنعا عن مكان أجزاء التجمع العصبي على هذه الخريطة فمثلا قد تكون في المساحات المظلة المعروضة في شكل ٨ - ٣ .

وتظهر الطفرات زائدة الحركة Hk^1 , Hk^2 مظهرا سلوكيا آخر حيث تقفز وتسقط عند تحرك هدف نحوهم .



شكل ٨ - ٤ : المثلثات الوراثية من حشرة الدروسوفلا ميلانوجاستر حساسة للكينين أسود ، نسج أنثوى أبيض ، نسج ذكرى S؛ أرجل مرعوشة S؛ الوقع الإبرازي من المنطقة المتحركة المتصلة بالرجل (عن إيكادا وكلايان ١٩٧٠ Likeda and Kaplan) .

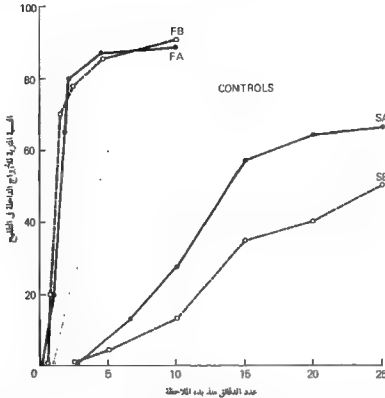
ويقاس السلوك المتعلق بالمسئولية الوراثية للحركة الزائدة بتحريك الباحث يده على أنبوبة تحتوي على حشرة مفردة وتحصى عدد مرات الاستجابة في ٥٠ محاولة (كابلان وترووت Kaplan and Trout ١٩٧٤) . وفي اليوم الخامس من العمر فإن Hk^1 تستجيب في متوسط ٤٢ مرة بينما تكون استجابة Hk^2 ٢٨ من ٥٠ مرة . ويقيد الاثنان من الجينات أليالات حيث يكون التركيب Hk^1/Hk^2 خليط ويكون أيضاً مسئولاً عن التحرك . وتظهر طفرة ارتعاش أخرى استجابة وراثية للحساسية للكيتين وهي $Shaker^5$ (Sk^5) والتي لها مظاهر متباينة من الارتعاش عن طفرات Hk . بالإضافة إلى ذلك فقد بحث وليامسون وكابلان وداجان Williamson Kaplan and Dagan (١٩٧٤) الطفرة المرتبطة بالجنس الحساسة للحرارة $Para ts$ والتي تتحرك عابداً على درجة حرارة ٥٢٢° سنتجراد ولكنها تشل في ظرف ١٠ ثوان على درجة ٥٢٩,٥° سنتجراد ويحدث استشفاء لها في ظرف ٥ ثوان عند إعادة الحشرات على درجة ٥٢٢° سنتجراد . ويأمل Kaplan كابلان ومساعدوه أن الدراسة على هذه الحشرات قد تكون نموذجاً للحالات المرضية في الإنسان حتى ولو لم يكن الأمر كذلك مباشرة ، فمن المؤكد أن يكون باعثاً في تقديم أساس للبحث على هذه الطفرات الغريبة وجهازهم العصبي الرائع والسلوك الجنسي أحد الصفات الكمية .

وجد أن كثير من الصفات الكمية في حشرة الدروسفلا تحت تأثير وراثي ويمكن دارستها باستعمال الطرق الاحصائية البيولوجية وكذلك تجارب الانتخاب . وتمثل القائمة في قسم ٥ - ١ طرز الصفات المدروسة وقد نوقش التحرك بالنسبة للجاذبية وتعرف باسم *geotaxis* في قسم ٥ - ٢ لتوضيح تجارب الانتخاب وتطبيقاتها للحصول على معلومات للأساس الوراثي للصفة . وقد تناولنا المهجين المتبادلة *Diallel crosses* لدراسة سرعة التزاوج وفترة الاقتران في قسم ٦ - ٥ وفي قسم ٦ - ١٠ نوقش النشاط الحركي كمثال لمدخل الانحدار في تحليل الصفات الكمية ويمكن اعتبار أن كل هذه مظاهر من السلوك الكمي المعروف أساسه الوراثي في حشرة الدروسفلا والتي لم نتناولها تفصيلاً بالشرح سابقاً وهذا القسم يتناول الصفات التي تدخل في السلوك الجنسي .

وقد انتخب ماننج Mannig سرعات عالية ومنخفضة للتزاوج من حشرة الدروسفلا ميلانوجاستر معتمداً في انتخابه على مظهر ٥٠ زوجاً من الحشرات جمعت قبل أن يحدث التزاوج ووضعت معاً في حجرة تزاوج وقد أمكن تمييز أو معرفة ١٠ أزواج سريعة و ١٠ أخرى بطيئة ثم انتخبت واستعملت في البداية لإيجاد سلالات سريعة

وبطيئة وأمكن الحصول على اثنين من السلالات السريعة واثنين من السلالات البطيئة نتيجة للاستجابة السريعة لهذه المتغيرات وتكاثر سلالة المقارنة بدون انتخاب . وبعد ٢٥ جيلا كان متوسط سرعة التزاوج ٣ دقائق في السلالات السريعة و ٨٠ دقيقة في السلالات البطيئة . ويوضح الشكل ٨ - ٥ الاختلافات بين السلالات . حيث ترجع هذه الاختلافات في السرعة إلى التذبذب في الأحوال البيئية أثناء الانتخاب ولكن هذا التذبذب يكون متشابها عموما في كل السلالات لنفس الجيل . وكان معامل التوازن المتحقق تقريبا ٠,٣ من المعدل الذي سوف ينحدر منه السلالات المنتخبة أثناء عدد قليل من الأجيال . وبالرغم من عدم القيام بأبعد من التحليل الوراثي - وقد حلل ماننج **Manning** بشيء من التفصيل كيف يؤثر الانتخاب على السلوك . وبتجهين السلالات السريعة والبطيئة في كلا الاتجاهين (التلقيحات العكسية) تعطى جيلا أول وسط في سرعة التزاوج بينا التجهين في اثنين من السلالات السريعة أو البطيئة وبين بعضهم عكسيا تعطى سرعات سريعة وبطيئة على التوالي . وتدل هذه النتائج على أن كلا الجنسين يتأثران بالانتخاب . ويأتي تعزيز ذلك من اختبار سرعة التزاوج ضد مجموعة من الحشرات غير منتخبة وكلا من الجنسين في السلالات المنتخبة تعطى سرعات مخالفة للتزاوج في الاتجاه المتوقع . ويقاس الاختلاف بين السلالات في النشاط بالسماح للحشرات بالمساحة التي يمكن فيها إحصاء عدد الحشرات التي تدخل المربعات في فترة زمنية وتظهر السلالات البطيئة الكثير من هذا الطراز من النشاط عما تفعله السلالات السريعة . باستعمال الإناث غير منتخبة في التجارب مع ذكور منتخبة تظهر تلكوا قبل العزل يكون أصغر بكثير في السلالات السريعة عن البطيئة وبالمثل فإن تكرار اللحس (اتصال بين خرطوم الذكر أجزاء الفم الأنبوية في الحشرة والأعضاء التناسلية للأنثى انظر قسم ٣ - ٢) يكون عاليا في السلالات السريعة عن البطيئة ولذلك فالسلالات السريعة تكون ذات مستوى عال من « النشاط الجنسي » ومستوى منخفض من « النشاط العام » ويكون للبطيئة عكس ذلك . ومن المفروض أن يتناسق هذين المكونين تحت الظروف الطبيعية إلى الحد الأمثل حيث أنه من الواضح أن الاستجابة الفائقة أو الأقل ، تكون غير مرغوبة .

يعمل الانتخاب لهذه الصفة في كلا الجنسين ولكن من المحتمل أن يكون هناك جينات تتحكم في الاستجابة في داخل الجنسين . وقد حاول ماننج **Manning** (١٩٦٣) النظر في هذا الانتخاب للسرعات في التزاوج مبنية على أساس السلوك في أحد الجنسين فقط . وليس هناك استجابة للتزاوج السريع في الذكور أو التزاوج البطيء



شكل ٨ - ٥ : سرعة التزاوج السريعة في سلالتين متحيتين من حشرة الدروسوفلا ميلانوجاستر (FA, FB) واثنين متحيتين للسرعة البطيئة (SA, SB) وكذلك المقارنات في الجيل الثامن عشر المنتخب .

في الإناث ولا تتكون سلالة من الإناث سريعة التزاوج . ويكون مستغربا ما إذا كان الانتخاب الطبيعي لم يثبت بعد هذه الجينات للتزاوج السريع في الذكور حيث يكون من الواضح الارتفاع بمستوى لياقتهم . وفي الحقيقة فكما نوقش في قسم ٦ - ٥ فقد وجد فولكر (Fulker ١٩٦٦) مثل هذه الأدلة للانتخاب المباشر للتزاوج السريع . وقد أكدت الأهمية العامة لسرعة التزاوج السريعة كمكون للياقة في الدروسوفلا بارسونز (Parsons ١٩٧٤) ومهما يكن فإنه يوجد استجابة في سلالات الذكور المنتخبة للتزاوج البطيء . وأن سرعة التزاوج للإناث في هذه السلالات لا تتأثر في الأجيال المبكرة ولكن عندما تختزل في الأجيال المتأخرة - ويظهر كلا الجنسين سلوكيا انخفاض في النشاط العام وتظهر الذكور انخفاضا في النشاط الغزلي الذي يتعارض مع التجارب الأخرى ولم يتمكن Hanning من الوصول إلى خلاصة قاطعة تتعلق بالاختلافات الممكنة بين الجنسين في التحكم الوراثي في سلوك التزاوج .

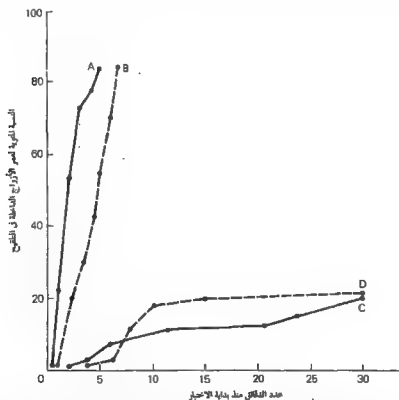
ويتضح أن الجينات التي تؤثر في النشاط العام والنشاط الجنسي أنها تتحكم كلية أو جزئية بنظم وراثية منفصلة والتي يمكن أن تتحور كل منها مستقلة عن بعضها وقد وجد أيونج Ewing (١٩٦٣) أحد تلاميذ ماننج Manning عند انتخابه للنشاطات التلقائية أن السلالات الغير نشطة أظهرت نشاطا جنسيا كبيرا كما كان متوقعا من ملاحظات ماننج . وبالرغم من أن طريقة أيونج تتضمن وضع ٥٠ حشرة من أحد الجنسين في أنبوبة البداية من خيط منفصل معاً من الأنابيب وأنتخب على حسب الوصول للطرف المقابل للأنابيب ١٠ حشرات أولى « نشطة » و ١٠ أخيرة (غير نشطة) وقد أدت هذه الطريقة إلى فصل حشرات تتحرك من خلال الأنابيب بسرعة عن أخرى لا تقوم بذلك ولكن عند اختبار سلالتين متشابهتين تماماً وذلك يوضع حشرات مفردة في مساحات ماننج حتى لا يوجد اختلافات مؤكدة بينهما ولذلك فيبدو أن اختلاف الطرازين في السلوك تحذير Caveat : وهذه أحد الأمثلة التي تلاحظ غالباً ويشار إليها على أنها تأثير جهازى على السلوك (apparatus effect) وقد قام ماننج بقياس النشاط التلقائى وقاس أيونج Ewing النشاط النشئى أو إعادة نشاط الحشرات تجاه بعضها البعض .

وقد وجد ماننج Manning (١٩٦٧ - ١٩٦٦) في دراسة على التحكم في إعادة النشاط أن قبول الإناث لغزل الذكور يعتمد على عمليتين وأولهما تعين مدى تقبل الإناث لمغازلة الذكور . فصغار الإناث لا تستجيب إلا بعد أقل من ٣٦ ساعة من خروجها من العذراء وفجأة تستقبل وتقبل الذكور بعد قليل من دقائق الغزل - وتقترح الأدلة أن هذا التغير السريع في الاستقبال يحدث عندما يكون يرتفع تركيز هورمون تجديد الحيوية juvenile hormone مع نشاط غدة تعرف بالجسم الأصفر (أحد الغدد الصماء في الحشرات) ويبدى المبيض دورة في النمو تتوازى مع القابلية للاستقبال . والعملية الثانية يمكن أن تسمى مجموع المغازلات courtship summation وتشمل إضافة كل الخليط في الاستمالة المزودة بالذكور المغازلة حتى تسمح الإناث للذكر لاغتائها مرة ويعتبر هذا هو المستوى الحرج للاستمالة .

والأدلة السابقة تدل على أن العمليتين واضحتين وأن التحول الذى يحدث من حالة عدم الاستقبال إلى استقبال يكون كلية أو لا تحدث العملية. ولا تكون الإناث مستجيبة تماماً للغزل أو أنهم يقبلوا في مدى الوقت العادى لاستقبال الإناث (حوالى نسبة ٩٥٪ من الإناث تقبل ذكور في خلال ١٥ دقيقة من وجودهم) . ولا توجد أدلة أن الإناث تعتبر أكثر استقبالا تدريجيا باحتياجها أقل القليل من الغزل قبل القبول. وتبقى عذارى الإناث مستقبلة لعدد من الأيام ولكن بعد الأسبوع من عمر الحشرة الكاملة فإن نسبة

الزيادة تكون غير مستقبلة والتحول عن ذلك يكون سريعاً كلية أو لا توجد أحداث للقيام بمثل ذلك . وقدامى الإناث التي قد تزوجت واستعملت الحيوانات المنوية المخزنة (بوضع العديد من البيض المخصب) تكون غالباً أكثر استقبالية من عذارى في نفس العمر . ويقترح ذلك لأن الغدة أو الجسم الأصفر يكون أكثر نشاطاً ويحفظ مستوى هومون الحيوية فوق مستوى الحدية لمدة أطول .

وانتخب ماننج Manning (١٩٦٨) بنجاح لسرعة التزاوج البطيئة في دروسوفلا سيميولانز (نوع قريب جداً من دروسوفلا ميلانوجاستر). والتي فيه لا يتأثر سلوك الذكور ولكن لها تأثيرات واضحة في الإناث (شكل ٨ - ٦) . بعكس سرعة التزاوج في تجارب الانتخاب في دروسوفلا ميلانوجاستر يتأثر فيها كلا الجنسين (تعتبر دروسوفلا ميلانوجاستر ودروسوفلا سيميولانز ذات علاقة شديدة حيث تتشابه مورفولوجيا) حيث يكون في الإناث أكثر من الذكور ولذلك يشار إليهم على أنهم « سيلنج » أنواع اخوية انظر قسم (٤ - ٢) . وسلالة معظم الإناث بطيئة التزاوج



شكل ٨ - ٦ : سرعة التزاوج في دروسوفلا سيميولانز بالنسبة (أ) ذكور متجنبة X إناث مقارنة (ب) ذكور مقارنة X إناث مقارنة (ج) ذكور متجنبة X إناث متجنبة (د) ذكور مقارنة X إناث متجنبة (عن ماننج Manning ١٩٦٨) .

تمثل في الاستقبال في اليوم الثاني يعد خروجها من العذراء كما في الحشرات الطبيعية وتظهر الإناث في الحقيقة حركات تنافرية شديدة يدفع آله وضع البيض والتفاف أرفع البطن بحيث تكون بعيدة عن منال الذكر المغازل . وتظهر الحركات طبعيا في هذه الأنواع بكهول العذارى التي تصير غير مستقبلة أو الإناث الخصبة التي تمنع قدرتهم المستقبلية بوجود الحيوانات المنوية المخزنة في قابلتهم المنوية . ومهما يكن فإن الإناث في سلالة ماننج بطيئة التزاوج يكون نمو المبيض عادى وعند زرع الغدة أو الجسم الأصفر في عائل طبيعي يكون لهم القدرة على الاستقبال المبكر . ويقترح من التجارب أن للإناث مصدر طبيعي لهرمونات التجديد ولذلك فإن التغير الجيني يتناول واحداً أو أكثر مرتبطا في سلسلة عصبية (الأعضاء المستهدفة) يؤثر عليها هرمون التجديد المعروف باسم جيوفنيل . وكما أظهر ماننج (١٩٦٨) فإن هذا الموقف يكون متوافقا لم في بعض الثدييات مثل خنازير غينيا (فالس شتين وريس وينج **Valenstein, Riss and Young** ١٩٥٥) .

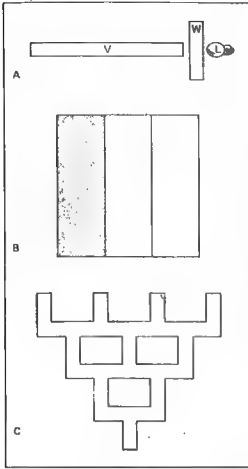
انتخب كسلر **Kessler** (١٩٦٩ و ١٩٦٨) لسرعة التزاوج السريعة والبطيئة في دروسوفلا سيلوايسكيورا حيث هجنت ثلاثة سلالات برية (من كولومبيا البريطانية وكاليفورنيا وكذلك جواتيمالا) واستعملت طريقة تماثل فاننج . فبعد اثني عشر جيلا من الانتخاب عملت الاختبارات على جميع الاتحادات الممكنة للسلالات السريعة والبطيئة والمقارنة في هجين متعدد 3×3 والتي أخذت فيها الملاحظات لمدة ٣٠ دقيقة باستعمال ٥٠ زوج في وعاء واحد وتزال الأزواج المقترنة بجهاز عزل الحشرات . وقد وجد أن الإناث بطيئة التزاوج عندما تشترك تقلل التزاوج ولكن ليس مؤكدا أن الإناث السريعة التزاوج تكون سريعة عن المقارنة . وترتفع كل التزاوجات عندما تشتمل على ذكور سريعة التزاوج ولكن ليس مؤكدا بالنسبة للذكور بطيئة التزاوج أن تختلف عن المقارنة . ويظهر تحليل التباين للإناث حساب الزيادة عن مجموع التباين عن تلك الموجودة في الذكور . ويرجع التضاد بالنسبة لبيانات كاول وبارسونز **Kaul and Parson** (١٩٦٥) للتركيب الكروموسومي **ST/CH, ST/ST** وكذلك **CH/CG** (**CH, ST**) ترتيب مختلف للجينات على الكروموسوم الثالث في حشرة الدروسوفلا سيلوايسكيورا) . والتي يمكن فيها بقوة . تعين الذكور . ويجب أن نلاحظ أمرين أولا : أن كسلر **Kessler** تعامل مع تركيب كروموسومي غير معروف ولكن لسلالات متعينة من هجين بين ثلاثة سلالات برية وثانيا : أنه كان يتعامل مع ٥٠ زوج من الحشرات في حجر التزاوج بينما اختبر كاول وبارسونز **Kaul and Parsons** أزواج مفردة التزاوجات .

ويعتبر الأول هو الأهم حيث استعمل سبيلر وآخرين (١٩٦٨) سلالات من دروسوفلا سيلوايسكيورا CH, PP, AR وكذلك TL حيث يدافعوا معاً لترويج عشيرة متعاونة في الأقلمة عن تلك التي استعملت بواسطة كسلر . وقد أحضرت حشرات سبيلر Spnhler من مجاميع محفظ بها من وقت أن جمع دوبرهتسكى هذه السلالات في ١٩٥٩ من ماذر بكاليفورنيا وهو مكان للاستخدام بكثرة لجمع الحشرات . وعندما يكون معامل التوريث طفيفا موجب لاثنتين من السلالات السريعة واثنين من السلالات البطيئة المنتجة تعوق ١٩ جيلا يكون غير معنوي مما يؤدي إلى اقتراح أنه حتى في وجود السلالات في العمل لبعض الوقت قبل بدأ التجربة فإنه يوجد فعليا تباين وراثي غير مضيف داخل عشيرة ماذر ومن المفروض أن هذه اجهدت نتيجة الانتخاب الطبيعي السابق . ويكون التضاد مع تجارب كسلر هي بطبيعة الحال الحصول على استجابة للانتخاب على أساس التلقيح بين مختلف العشائر حيث تتوقف المعاونة في الأقلمة في عشيرة معينة ولذلك فإن الاختلافات الوراثية المضيفة تكون ممكنة .

ويمكن أن نستخلص أنه في نوعين من الدروسوفلا وهما دروسوفلا سيلو أبسكيورا ودروسوفلا ميلانوجاستر فإن سرعة تزاوج الذكور تكون عادة مهمة ومن المحتمل أن تكون أكثر أهمية كمكون للملاءمة في العشيرة (ولتفصيل أكثر في أقسام ٤ - ٢ و ١٣ - ١ على هذه أو أنواع أخرى) .

٨ - ٣ الصفات الكمية المشتملة على التحرك

درس هيرش وبودرو Hirsch and Bodrean (١٩٥٨) تحرك حشرة الدروسوفلا ميلانوجاستر بالنسبة للاتحاء الضوئي Phototaxis في جهاز على شكل حرف Y مكون من شبكة من الممرات (جزء من شكل ٨ - ٢٧) وأثناء التجربة يكون أحد الأذرع مضيقا . وقد وجد استجابة سريعة للانتخاب بالنسبة للسالية والموجبة للضوء . وقد وجد استجابة انتخائية في دروسوفلا ميلانوجاستر (هادلر Hadler ١٩٦٤) وفي دروسوفلا سيلو أبوسكيورا (دوبرانسكى وسباسكى Dalzhanky and Spassky ١٩٦٩) وسريعا ما تستقر السلالات المنتخبة في كلا الحالتين السالية والموجبة . ويحدث غالبا ميل إلى الالتقاء في الاسترخاء الانتخابي بسرعة تماثل الانحراف تحت تأثير الانتخاب موضحا أن الحياد الضوئي للعشائر الطبيعية صفة تقع تحت المواءمة الوراثية بالنسبة للمقدرة على تنظيم وضبط النفس (لرنر Lerner ١٩٦٨) . وفي الحقيقة فقد قام ديزانسكى وسباسكى Ddzhansky and Spassky (١٩٦٢) بملاحظات مماثلة تختص



شكل ٨ - ٧ : تصميم تجريبي لتحليل العلاقة الضوئية في الدروسوفلا (A) قياس المعدل التي تقربت فيه الحشرات لمصدر الضوء (V) وعاء يحوى على حشرات (W) تخفف حراره مخلوئالماء . (L) مصدر ضوئى (B) قياس توزيع الحشرات فى المساحات الضوئية والمساحات المظلمة تتوافق مع مساحات مختلفة الكثافة من مصدر ضوئى (C) قياس تحرك الحشرات فى جزء من أذرع أحدها مضاء وتقل المساحات الغير مظلمة احتمال اختيار لاضاءة يمنع التحركات الجانبية خلال العديد من الأسام يوضع غروط بطريق واحد تخط كل فواع . وثائق الاضاءة من كل (S) عن كاربنتر Carpenter ١٩٠٥ (B) عن روك ويل وسيجر Rockwell and Sieger ١٩٧٣ (C) عن سباسكى ودوبزانسكى ١٩٦٧ Spassky and Dobzhansky .

بالانتحاء الجغرافى *geotaxis* فقد وجد سباسكى ودوبزانسكى Spassky and Dalzhansky (١٩٦٧) سلالات جغرافية من دروسوفلا سيدوا يوسكيورا ودروسوفلا يرساميلس تختلف فى الاستجابة لاختبارات الانتحاء الضوئى . واستعملت مجاميع معملية لعرض وجود كمية كبيرة من الاختلافات بالنسبة للسلوك الضوئى داخل العشائر لكل نوع . وقد أثبت روك ول وكوكوك وكذلك هارمس Rachwell, Cooke and Harmsen (١٩٧٥) مثل هذا يعزل عينات جديدة من عشائر طبيعية من نفس المنطقة الجغرافية Sympatric . وقد عرضوا بعد ذلك أن مستوى الاختلافات الوراثية يكون أعلى فى عشائر دروسوفلا برزيميلس عن عشيرة جغرافية واحدة من دروسوفلا سيدوا أوبوسكيورا - ويبدو أن تخمين الاختلافات للانتحاء الضوئى يكون ممكنا فى العشائر الطبيعية كما هو فى حالة معظم أى صفة كمية (قسم ٦ - ٧) . وقد وجد مديونى

Medioni (١٩٦٢) اختلافات بين السلالات البرية لدروسوفلا ميلانوجاستر جمعت من أماكن مختلفة من نصف الكرة الشمالي حيث ظهرت حشرات شمالية الأصل بتناسع كبير في الانتحاء الضوئي ويفترض أن هذه الاختلافات تحت تأثير وراثي ولكن لم تعرف بعد المعنوية لأقلمتها .

ويمثل الانتحاء الضوئي كصفة سلوكية أيضاً مشكلة بيئية فروقها غير محسوسة في أثناء التداول العملي حيث أظهرت دروسوفلا سيلو ابوسكيورا انتحاء ضوئي موجب . ومهما يكن فقد وجد بتن دراي **Pittendrigh (١٩٥٨)** حشرات سالبة الانتحاء الضوئي - وقد قام ليون **Lawotin** بسلسله من التجارب حيث وجد أن دروسوفلا سيلو بوسكيورا سالبة الانتحاء الضوئي تحت ظروف إثارة ضعيفة ولكن عندما تضطر الحشرات للمشي أو الطيران السريع يتفقدوا انتحاءهم السلبي ويصبحوا متعلقين بشدة بالضوء . وقد أوضح روك ول وكوك و هارسن **Recknell, Caalke and Harsen** أن امتداد هذه الظروف البيئية ستحدث تغيرات تختلف بين التراكيب الوراثية في العشائر الطبيعية لهذا النوع . وقد وضع هادلر **Hadler (١٩٧٥)** قائمة بالعديد من التغيرات البيئية التي تؤثر على الانتحاء الضوئي بالإضافة إلى ما تم سبق ذكره من حرارة وعدد الساعات عند التجربة . ووقت فقدان الحس وحالة التربة والوقت حتى التغذية وكذلك الطاقة وطول موجة الضوء وحالة التأقلم للظلام وكذلك عدد التجارب والملاحظات بالنسبة للفرد والعمر وكذلك الجنس . ولذلك فيعتبر الانتحاء الضوئي هو ناتج اختلافات استحثاثات بيئية معينة مع تركيب وراثي معين . ومن الواضح أنه يجب أن يعتمد أي طراز من التحليل الوراثي الدقيق على أساس دقيق لتحديد البيئة التي يتكرر ضغطها .

ومن التعقيدات الأخرى طريقة دراسة الانتحاء الضوئي فقد استعملت ثلاثة تصميمات مختلفة (شكل ٨ - ٧) بواسطة هادلر **Hadler ١٩٦٤** و روك ول وسيجر **a Rackwell and Seiger (١٩٧٣)** (١) قياس معدل اقتراب الحشرات للمصدر الضوئي في النهاية الطرفية للأنبوبة (كاربنتر ١٩١٥ **Carpentes** وسكوت **Scott ١٩٤٣**) و (٢) التسجيل بعد فترة معينة لتوزيع الحشرات في حقل به مصدر مباشر أو غير مباشر من الضوء (وولكن ولموم وكونتس **Wolken, Mellon and Contis ١٩٥٧** وكذلك كوش **Koch ١٩٦٧**) و (٣) وتحليل التحرك على أذرع الشكل الأنبوبي (روك ول وسيجر **Rockwell and Seiger ١٩٧٣ b**) . وقد اعتبرها هادلر **Hadler** أن أحد العقبات الهامة في دراسات المقارنة للانتحاء الضوئي من عدة معامل يأتي من الاختلافات المعملية في طريقة التجربة فقد يقيسوا بإهمال سلوكيات مختلفة فمثلا الطريقة الأولى تفقد أو تدحض

الانتحاء الضوئي مع الاستجابة له . ويتغير الانتحاء الضوئي تحرك مباشر بالنسبة لمصدر الضوء أما الاستجابة به الضوئية تكون غير مباشرة .

اتفق روك ول وسيجر **Rockwell and Seiger** (١٩٧٣) أن قياس الانتحاء الضوئي يمكن تعريفه من الناحية العملية . وقد ناقشوا كيف يمكن للعديد من التصميمات العامة أن تختلف في تأكيد المكونات في سلسلة الاحداث المكونة للقياس الكلي للانتحاء الضوئي ويدل على أن التصميمات تختلف في فائدة البحوث موجهة إلى المفهوم العكسي للاستجابة . وقد حذروا هؤلاء المهتمون في إمكان تأكيد الأقلمة وتطور السلوك وذلك لأن الطبيعة العملية للقياس يجب أن يؤخذ عند حساب أى تعميم حيث لا يوجد أى تأكيد بأن مقياس الاستجابة في المعامل من الضروري أن يكون متشابهاً مع ما يحدث في الطبيعة . وهذه طبعاً مشكلة هامة لكل معمل يحلل السلوك المناقش في هذا الكتاب

بينما يكون من الواضح أن كل عوامل البيئة تؤثر إما في الإشارة أو في كثافة الاستجابة بحيث يجب أن يتحكم فيها بإتقان وتوضع موضع الاعتبار عند المقارنة وقد أخذ روك ول وسيجر **Rockwell and Seiger** (١٩٧٣) في الاعتبار مرونة الاستجابة بالنسبة للتغيرات البيئية فقد تكون من أهم مكونات الملاءمة ساعية بزيادة الأحياء في البيئات غير المتشابهة . ولهذا السبب فإنهم بين آخرين يفرض في الدراسات التي تختص بتأكيد الأقلمة وتطور الانتحاء الضوئي وسلوكيات أخرى مسئولة نسبياً لقيم عديدة لمقاييس بيئية عديدة موجودة في البيئات السلوكية للحيوان وتكون بأهمية الاستجابة لمجموعة معينة من القيم لكل مقياس (برتونسن **Perttunen** ١٩٦٣) . فمثلاً ذكر بيرسونز **Persons** (١٩٧٤ و ١٩٧٣) بأن الطريقة الصحيحة لتحديد أهمية سلوك التزاوج في البيئات الطبيعية هي دراستها في كل البيئات التي تتعرض إليها العشيرة تحت الإشراف . وعدم التوفيق في القيام بعمل صعب عند المحاولة لإيجاد علاقة بين سرعة التزاوج والحرارة التي تعتبر عامل اختلاف مهم في الأنواع قريبة العلاقة دروسوفلا ميلانوجاستر وسيمبولانس : انظر قسم ٦ - ٢ .

استجابة الحركة البصرية (توافق التحركات مع الاستجابة البصرية) في دروسوفلا ميلانوجاستر هي بالتالي صفة أخرى والتي أمكن من تجارب الانتخاب تعيين الأدلة الوراثية (سيجل **Siengel** ١٩٦٧) وقد أمكن قياس استجابة الحركة البصرية للوحة ضوئية متحركة وأعطيت كل حشرة ١٠ قرص استجابة . ويتراوح الحساب ما بين صفر (لا توجد استجابة) إلى ١٠ . وتعين طريقة الانتخاب على أساس الحساب

المنخفض والمتوسط والعالي . وأدى هذا إلى ظهور ثلاثة سلالات مختلفة بالنسبة للاستجابة للحركة البصرية .

وقد بدأ بكر **Becker** (١٩٧٠) دراسة على وراثاة الانتحاء الكيماوى (التحرك بالنسبة لتركيزات المركبات الكيماوية) فى دروسوفلا ميلانوجاستر مع طراز الشكل ٧ المستعملة فى الانتحاء الجغرافى والضوئى . ويؤدى الانتخاب لمدة تزيد عن ١٢ جيلا إلى إنتاج سلالتين لا توجد حساسية بهن للمواد الطاردة للحشرات والمهجن المناسبة أن الجينات المستولة لعدم الحساسية تكون على الأقل سائدة جزئيا ويبدو أنه بمقارنة الانتحاء الجغرافى والضوئى بالكيماوى أن له ميزة تسمح للباحثين بإنجاد علاقة بين الجزئيات المستعملة وهجننا المستقبل . وعلاوة على ذلك فإن محاولة انتخاب الاختلافات الوراثة للانتحاء الكيماوى يمكن انتظاره بشغف . وقد أمكن تطبيق ليس فقط للدروسوفلا ولكن للبكتريا والبروتوزوا والنيماودا وأصناف أخرى للكائنات بعضها يناقش فى فصل ١٠ .

ويظهر عدد آخر من الصفات يقع تحت كافلة التحليل الوراثى خصوصا مع طرق الانتخاب ولكن ليست مستغلة كاملا . وأحد هذه الصفات هو تأنى أو نظافة السلوك الذى وصف على أنه عدد من الجزئيات السلوكية المنفصلة كونوللى (**Connolly** ١٩٦٨) وتستخدم التحركات العديدة لحفظ تأنى ونظافة الحشرة ولجعل السطح الحساس خاليا من التلوث . ووجود حشرات أخرى يزيد كمية السلوك المتائق حتى ولو لم يسمح بوجود اتصالات طبيعية إضافية بين هذه الحشرات ووصف آخر لهذا الطراز من السلوك أمكن اعطاؤه بواسطة **Szebenyi** سبنى (١٩٦٩) الذى يتشابه فى الطريقة مع باستوك **Bestock** (١٩٥٦) حيث درس استقامة سلوك التزاوج التى تحمل الطفرة الصفراء وحشرات من الطراز البرى (قسم ٣ - ٢) . فقد قسم سبنى **Szebenyi** سلوك التأنى والنظافة فى سلسلة من المكونات السلوكية ويعتبر تحكم التأنى صفة جيدة لتحليل السلوك الوراثى . وقد أوضح هاى **Hay** (١٩٧٢) أن تكون كذلك لكل من التأنى أو لمعظم النشاطات العامة باستعمال طرق قياس بيولوجى .

٨ - ٤ التزاوج المعتمد على التكرار

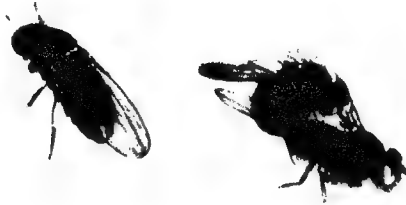
نوقش التزاوج الاعباطى فى فصل ٢ وعلاقته فى إتران هاردى وينرج واختبارات اعباطية التزاوج أمكن معالجتها هناك وسوف تناقش التزاوج المعتمد على التكرار المعروف جيدا ولكن ليس على وجه الحصر فى الدروسوفلا ونحدث عندما تعتمد نسبة التزاوج من التراكيب الوراثية المختلفة على نسبة التراكيب الوراثية الموجودة فى العشيرة

المتزاوجة . والاختبارات التجريبية لهذه الظاهرة الهامة ممكنة ولذلك يجب استعمال عشائر وان تكن قليلة التشكيل . وفي مثل هذه التجارب فقد وجد أن التراكيب القليلة الوراثية (التي تشابه الطرز النادرة في العشائر الطبيعية) تميل إلى أن تتوافق في التزاوج على حساب الطرز الشائعة - وكما رأينا في قسم ٣ - ٢ في سلسلة تجارب الاختيار المتعدد في حشرة الدروسوفلا ميلانوجاستر فقد أوضح بيتت (١٩٥٨) أن الإناث يبدوا أنها تتأثر في اختيارها للمتزاوجين تبعاً لنسب الذكور التي تغازل والمتاحة لهم .

والعديد من التقارير الحديثة تقترح أن التزاوج الذي يعتمد على التكرار يحدث غالباً (انظر بيتت وارمان Petit and Ehrman ١٩٦٩) . Spiess سبيس (ملحق ارمان Ehrman ١٩٦٦) درس حشرات من دروسوفلا برسيميليس أصيلة بالنسبة للانقلابات في الكروموسوم الجسمي المعروفة باسم كلامث ووتى . وباختلاف نسب الذكور من كلامث إلى ووتى فقد وجد ميزة واضحة في انتزاج ترجع إلى أقلية التراكيب الوراثية المتماثلة .

وباستعمال غرف الن واتكس للتزاوج (انظر شكل ٣ - ٣) فقد وجد ارمان ومساعدوه (ارمان وآخريين Ehrman et al ١٩٦٥ وارمان Ehrman ١٩٦٧ عن ارمان ١٩٧٢) أن التزاوج المعتمد على التكرار في دروسوفلا سيلو أبوسكيورا (انظر شكل ٨ - ٨) تحدث في طفرات عكس الطرز البرية وبين موجبة ضد سالبية الانتحاء الجغرافي أو حتى بين حشرات من نفس التركيب الوراثي وضعت في درجات حرارة مختلفة (كلما انخفضت الحرارة كبرت الحشرات . بيرسونز Parsons ١٩٦١) .

وقد أمكن تقرير في سبعة أنواع من الدروسوفلا مميزات التزاوج النادرة للذكور مثل ميلانوجاستر melanago aster وميلو أبوسكيورا Pseudabsena ويرسيميليس Persinills وويلستيني Willstoni وتزويكالكس Tropicalks واكوانواكسيالكس Equinaxials وكذلك فيبرس Funebis (Spiess سبيس ١٩٦٨ Spies and Spess ١٩٦٩ وسبيس وارمان Petit and Ehrman ١٩٦٩ وكذلك Barisov بوريسوف ١٩٧٠) وكذلك في خنافس الدقيق Tribolium (سينوك Sunack ١٩٧٠) وإلى حد قليل في الزناير Mormoniella (Grant, Snyder and glessner جرانث وسنيدروجلستر ١٩٧٤ انظر أيضاً نيل وشل Neel and Schull ١٩٦٨ وماير Mayr ١٩٧٠) وقد أوضح العمل المبني ثلاثة مظاهر متباعدة لهذه الظاهرة الفريدة الكيمياء ووراثة العشائر وكذلك السلوك :



شكل ٨ - ٨ : أنثى دروسوفلا سيداويسكيورا في الشمال . وتفتح بطنها بالبيض تنطف بكلا مقدم أرجلها ويبدوا أنها لا تتأثر بالازدواج المتزاوجة مشاركة في غرف الملاحظة طفرات اللون العيني البرتقالي في كلا الانثيين كظهر الذكور التريب الجيني شركا هو لون عين أحر غامق ، ولون عين غين طافر لطراز برى في الدروسوفلا . وأجحة الإناث المقترنة تعدم أساس تدعيم التزاوج حتى ولو طارت عند جملة (صورة مهداه من أ هدر . Heder) .

الكيمياء

تستخدم هذه المعرفة للتمييز لأى العبارات ممكنة لإناث الدروسوفلا ؟ وكيف يمكن لها استعمالهم ؟ أيمكن لها أن تتخذ في عمل خطأ اختياري ؟ هذه هي الأسئلة التي تتعلق بارمان Ehrman في محاولة لحل العلاقة بين السلوك والوراثة في دروسوفلا سيداويسكيورا .

وكانت بداية التجارب بسيطة ومؤثرة (ارمان Ehrman ١٩٦٩) ويلصق غرتين ألن وايتكس Elens Wattiaux وفصلهما بالأقمشة المستخدمة لصناعة الجين . وسلالة من ذكور حشرات (AR) ووضعت في قاع الغرفة وعدد مماثل من أزواج الإناث الذكور من AR و Chiricabua (CH) وسلالة برية أخرى ووضعوا من أعلى ودراسة الاختبارات التزاوجية تحت هذه الظروف أظهرت بوضوح أن الإناث تعامل الذكور الموجودة في قاع الغرفة كجزء من العشيرة ككل حيث أنها تفضل بشدة التزاوج من ذكور ذات التريب الجيني CH . وحصل على نتائج مشابهة عندما توضع الذكور CH في قاع الغرفة عندما تفضل الإناث التزاوج مع ذكور AR .

ولأن المسافة فاصلة في بعض الأحيان تؤدي إلى اختلاف وتؤكد الغرف الخاصة تأثيرات المسافة وذلك بعمل تأثير رياح خندقية (لوصف مثل هذا الجهاز انظر ارمان Ehrman ١٩٦٩) . والناتج المتحصل عليها من هذه الغرف تدل بجلاء على أن التميز يأخذ مكانا فوق بعض المسافات . ويتضح تضمن الاستشعار الاهتزازي (السمعى) والعبيري (الشمى) فقط لأن المسافة وطريقة الانفصال تحول دون عمل تحميات سمعية أو حسية .

ولتقدير أى من أنواع الاستشعار هو القائم فإن سلسلة أخرى من التجارب يمكن اجراؤه التي فيها تقتل الذكور AR وترتطم بأرضية غرف التزاوج . وقد استحدثت أعداد متساوية من أزواج CH, AR .

ومن الواضح أن ذكور CH لها ميزة تزاوجية . ويفيد الاستشعار السمعى ضرورى لعملية التميز . وزيادة التأكيد لأهمية الاستشعار الشمى أمكن الحصول عليه عند عمل مستخلص وبذلك يخرج الحشرات الميتة مع مذيبي عضوى يكون أيضاً مؤثرا في وجود ميزة للحشرات النادرة في العشرة بأعداد متساوية من كلا السلالتين من الحشرات (ارمان Ehrman ١٩٧٢ وليونارد ارمان وكذلك سشورش Leonard, Ehrman and Scehorsch ١٩٧٤) .

إجابات الأسئلة الثلاث لذلك كالآتي : الاستشعار الشمى لفظ كاف للمعرفة ويبدو أن الاناث تستخدم ذلك لإحضار نسبة السلالات المختلفة من الذكور في العشرة عند استعمال أسى طريقة مباشرة ويمكن للإناث أن تقبل الإشارات الكيماوية وبوجود هذه الإجابات فإنه يمكننا أن نطلق لأسئلة أفاقا جديدة . ما هى الاستشعارات الكيماوية ؟ وكيف يمكن تعريف تركيبها الجزيئى ؟

ويمكننا أن نكرر السلوك مع المركبات المصنعة أو خليط من المركبات وتغيير الإشارات الكيماوية أو ما تعرف باسم الفرمونات **Pheromones** هى نوع يحمل بالهواء **airborne** من الهرمونات التي تعمل على التأثير في السلوك من النوع ذاته بالرغم من أن استعمال المواد الطيارة كجاذبات قد ذكرت القرن التاسع عشر بواسطة جين هنرى فابر **Jean Henri Fabre** . وعزل وتعريف مثل هذه المواد وكذلك اسم فرمونات نفسه (الذى يعنى بحمل الرسائل) من تاريخ قيام كارلسون وبيتانند **Karlson and Butanandt** في ١٩٥٩ على الجاذبيات الجنسية لحشرة دودة الحرير وقد قسم بوسرت وولسون **Bossert and Wilson** الفرمونات **Pheromones** في سردهم التقليدى إلى

نوعين : المطلقات والبائذات والمطلقات **Releasers** هي مركبات تستحث الكائن لإعطاء استجابة وقتية لإسبراد على . والبائذات **Primers** تعطى تغير في الحالة التوطيفية للكائن التي تبرهن على نفسها بوضوح في وقت متأخر .

ويحتاج تقسيم المواد الكيميائية من هذه المركبات إلى ثلاثة أنواع من الإحتياطات . أولاً اختبار لمعرفة حقيقة المركب المستعمل إذا كان صحيحاً أم لا . وطريقه لاستخلاصه وتنقيته وطريقة تعريف المركبات الكيميائية والمستخلصات النقية .

وتعتبر الإختبارات البيولوجية من الأهمية بمكان . ومنذ العمل الذي قام به كارلسون وبيوتندت **Karlson and Butenandt** فكل الدراسات على الفورمونات غالباً ما نشرت والتي تأثيراتها تكون سهلة في تحقيقها مثلاً في بعض حالات الجاذبات الجنسية في فراشة الحرير عن تنقيتها باستعمال الكروماتوجرافى الغازى وملاحظة كيفية إثارة الذكر عندما يوضع في فتحة ممدخل الجهاز . وتغير رفرقة الجناح في الدقيقة نوع من الاختبار يُعلم به الكيميائى في طريقة سريعة قابلة للقياس وتحتاج إلى تداول أعداد ضئيلة من الحيوان . والفورمونات التي درست تشتمل على الجاذبات الجنسية والمنفترات الفرمونية وكذلك التجريبية (أنظر ما كتب بواسطة **Law and Regnier** لو ورجنير ١٩٧١)

وتعتبر البائذات أكثر صعوبة في دراستها . وفي ذلك الوقت كتب **Bossert and Wilson** بوسرت وولسن (وحتى هذه الأيام) أن المثل الأحسن لمثل هذه المواد هو « الغذاء الملئى » لنحل العسل والتي تغذى عليه اليرقات لكي تنمو إلى ملكات (أنظر أيضاً **Barrows, Bell and Michener** باروز بل وميشنر ١٩٧٥) وتمثل فرمونات التي درستها ارمان قسماً ثالث لم يعرف بواسطة بوسرت وولسن **Basserts and Wilson** هذه الفورمونات الخاصة بالتعرف بين الحشرات كان من المتوقع وجودها في الحشرات الإجتماعية حيث من الواضح أن الحشرات لها القدرة على التعرف على أقرانها في العش عن الغرباء وبالتالي تصرف بناء عن هذه المعلومات ومهما يكن فإنه لا توجد تحليلات كيميائية لهذه المواد قد نشرت ولا حتى أى تحليل بيولوجى فعال . وميزة الذكور النادرة أنها هي فقط التي تعطى هذا التحليل الذي يستهلك وقتاً طويلاً حيث تشتمل على ملاحظة متوسط ٩٦ تزاوجاً لك تاريخ لأحد النتائج (ارمان وبروبر **Ehrman and Prober** ١٩٧٨)

وقدجانست ارمان **Ehrman** الحشرات مع مذيبي عضوى ثم استعملت جهاز الطبقة الرقيقة الكروماتوجرافى لتؤثر لحد كبير على تنقية الأجزاء النشطة . ويظهر التحليل

البيولوجي أن المادة النشطة ليست مستقطبة وخاملة إلى MnO^4 المعتدل المؤكسد ولكنها سهلة التحلل بكلا من الحامض والقاعدة . وعلى هذا الأساس وإليانان من الكروماتوجرافي الغازي أمكن لارمان وزملائها Ehrman أن يكتشفوا أن استيريات الثيل للأحماض الدهنية هي المركب المحتمل . وهذه المركبات لها طراز عام .



واختبرت المركبات ذات $n = ٤$ إلى ٣٠ . وقد وجد أن إثنين منها تكون نشطة في محاكاة السلوك والإدراك للفرمون في سلالة شيركاهاوا Chiricahua وإثنين غير عاديين في أن لها القدرة في محاكاة أى من السلالات معتمدة على تركيز المادة النشطة المستعملة . بالرغم من عدم وجود أى حالة فيها أى مركب مفرد نشط على مستوى مشابه لما هو موجود في الكائن السليم . وتكون الكميات المطلوبة أكثر عما هو متوقع من إعتدال في الكائن . هذا يكون جسمًا صغيرًا جدًا (ليونارد وارمان و يروزن Ehrman Leonard Pruzen ١٩٧٤ و ليونارد وارمان وكذلك سشورس Seonand, Ehrman and Schorsch ١٩٧٤ - انظر أيضًا Jacobson جاكوبسن ١٩٧٢) .

بالرغم من أن ارمان وزملائها وجدوا أنه في الإمكان استعمال قلة من إجمالي المادة إذا استعملوا خليط من مركبات مشتتة حتى على مركبات غير نشطة عند استعمالها منفردا . هذا التصاد في التأثير يكون فعلا ملحوظا مؤديا إلى انخفاض بأسي ١٠ في كمية المادة المطلوبة ولذلك ف نظام الفرمون يبدو أنه يتكون من عديد من المركبات وهذه النظم المتعددة المركبات ستتقد الآن أنها فعلا شائعة (سلفرشتين Silverstein ١٩٧٧) . من المحتمل أن تشل فرقة الجناح في الدقيقه أصبح غير ذات موضوع حيث أنهم يميلوا إلى أن يأتوا بنظم المركبات النقية بالرغم من أن هذه المركبات تكون غير نشطة في المختبر إذا لم يزود بمركبات أخرى ولذلك فهم في الحقيقة ليسوا غير مركب واحد من نظام عديد المكونات .

ونظرة الإدراك لها ميزة معينة في استعمال الفرمون عديد المكونات حيث تسمح هذه الأنظمة القليلة من أنواع القرمونات وكذلك جوانب الإدراك . فإذا أمكن للكائن من ١٠ مركبات كل على ١٠ مستويات مختلفة من القوة ولذلك فيكون هناك احتمال أن شارات فرمونية مختلفة ومن الواضح أن تكون كافية أن تتعلق المقدرة على تمييز شارات الفرمون من هذه التلة من المركبات عما يمكن أن يزيد إضافة ١٠ مركبات مختلفة . وبالتالي إدراك الفرمونات .

معرفة طبيعة الإدراك في دروسوفلا سيلوايوسكيورا للفرمون في سلالة CH (والسلالة الذى درستها ارمان باستفاضة) جانبها كثير من الشك بالدراسات الحديثة وذلك باستعمال الكروماتوجرافى الغازى والتحليل الاسبكتروفومتري . فالبرغم من التأكد من وجود مجموعة متجانسة من سلسلة مركبات جميعها غير مستقطبة وكذلك من المؤكد الآن عدم وجود استيرات المثل للأحماض الدهنية في الجزء نشط (ارمان وبروبر Ehrman and Probler ١٩٧٨) .

ويحتاج تميز المركبات المستعملة إلى زيادة التحليل والبحث وتعين الأهمية النسبية لطراز المركب والتركيز على ميكانيكية الإدراك . وزيادة على ذلك فإنه من الأهمية اكتشاف مكان إنتاج هذه المواد الإدراكية . وقد افترض ارمان وبروبر Ehrman and Probler حاليا أنها مركبات بسيطة تعتبر من نواتج التمثيل الغذائى ولكنها تؤدي صفة « غير أو شذى » للذكور . ولكن لا يخصى ذلك فقط لإنتاجهم ولكن يجب أن تقدم أساس متين لتطور الجهاز الإدراكى (حيث أن المركبات أمكن معرفتها هى بالفعل موجودة) ويكون السؤال أقل تعقيدا بالنسبة للصنف والحساسية البيئية لنظام الإدراك للفرمون .

وراثه العشائر

وباعتبار أهمية الذكور النادرة بالنسبة لوجهة نظر وراثه العشائر مما يؤدي إلى افتراض أن بداية التركيب الورائى النادر سوف يزيد في التكرار إذا لم تعمل ضده قوى انتخابية أخرى وزيادة شيوع الطراز النادر تقل مميزاته وتؤدي إلى الاتزان (انظر جدول ٨ - ٢) .

ويبدو أن العدد الجينى والتعدد المظهري الكروموسومى في الدروسوفلا تزداد بتكرار الاتزانات الغير مستقلة . ومن أجل هذه الأشكال المظهرية فمن المتوقع أن تختلف فيها أدنى ملائمة بين المكونات المتنافسة للتراكيب الوراثية عند الإتزان حيث ينتشر نوع مختلف من الانتخاب عن ذلك النموذج لمميزات الخلط (قسم ٤ - ٢) . ولذا فقد يمثل الثقة في التكرار طريقا لإيجاد مستوى عال من التباين الورائى بلون اختلافات ملائمة واضحة . ويكون لهذا دور مؤكّد في الاعتبارات التطورية عندما حدث جدل بأن هناك حد لكمية الاختلافات التي تبديها العشيرة تحت ميزة استعمال النموذج التقليدي للملائمة الخليطة (انظر ديزانسكى ١٩٧٠) .

جدول ٨ - ٢ : توزيع التزاوجات في مقدار كبير من البنات لدروسوفلا سيدوايوسكيورا والتي منها الإناث برتقالية (or) وقرمزية العين (pr) تختار ذكورا pr,or موضحة أن الذكور القليلة تصبح أكثر شيوعاً . وميزة الظليل أنه يؤدي إلى إيزان ليكن الحصول على نفس التأثير يعمل تجربة عكسية التي يكون فيها للذكور or الكلية في البداية مثل ذكور or أصبحت أكثر قدرة .

الزواجات المتزاوجة	الزواجات اللاصقة		مع ذكر نادرة	مع ذكر شائعة
	or	pr	♂	♂
1	20	80	20	14
2	29	71	24	19
3	38	62	25	27
4	35	65	26	22
5	41	59	20	16
6	50	50	31	30
7	52	48	42	44
8	50	50	37	42
9	44	56	36	34
10	47	53	15	18

المصدر : ارمان a ١٩٧٠

وبالاستشهاد بدراسة الثقة في التكرار فقد استعملت طرقاً مباشرة للملاحظة لتقدير عدد وطبيعة التزاوجات بين الحشرات موجودة في مسافة ضيقة . وفي تجارب أخرى (ارمان a,b ١٩٧٠) فإن طرازين مختلفين من أفراد دروسوفلا سيدوايوسكيورا من كلا الجنسين يسمح لهم بالتزاوج في البيئات العديدة . ويمكن تقدير نسبة الطرازين في كل جيل بنجاح التزاوج في الأجيال السابقة . ومن البداية فإن نسبة ٨٠ : ٢٠ تكون نسبة الطرازين تتحول إلى نسب متساوية تقريباً بسبب ميزة الطراز النادر في التزاوجات المأمونة (جدول ٨ - ٢) .

وأكثر تأكيداً التجارب التي أجريت في غرف حجمها حوالي ٧٥ م^٣ (ارمان Ehrman ١٩٧٠ b) (لخصت في جدول ٨ - ٣) واستعملت فيها سلالتين من دروسوفلا سيدوايوسكيورا أحدهما طراز برى والأخرى أصيلة للطفرة برتقالية العين المتنحية البرية (or) طفرة توجد في الطبيعة في حالة خليطة وقوية يمكن تمييزها . استعملت حوالي ٢,٠٠٠ حشرة بنسبة ٤ : ١ في كل من التجريبتين حيث واحدة يكون فيها or نادراً والأخرى يكون فيها الطراز البري أقل كمية . وفي كلا الحالتين فإن هناك

جدول ٨ ٣ : سلوك التزاوج لدروسوفلا سيدوايسكيورا الموجودة في غرف ٧٥ مم ثم بعد ذلك
تسترد مظهره ميزة للقلة في الذكور (or برتقالي العين) + = الطراز البري) . .

السلوك	% المصادر	% القبول بواسطة ♀ ♀	% القبول بواسطة ♀ +
١ التجربة			
800 or ♀♀	33		
800 or ♂♂	27	40	24
200 + ♀♀	63		
200 + ♂♂	80	60	76
2 التجربة			
800 + ♀♀	40		
800 + ♂♂	38	79	60
200 or ♀♀	31		
200 or ♂♂	33	21	40

مجموع الأعداد المصادرة من تجربة ١ = ٧٦١ في تجربة ٢ = ٧٥٣
المصدر : ارمان ١٩٧٠ b .

ميزة يمكن إثباتها للطراز النادر بالرغم من التباين في أهميته معتمدا على أى تركيب ورا
هو النادر . وهذا أقرب تقدير للعشيرة الطبيعية التي في الدراسة (ولكن انظر بورسوف
Borisov ١٩٧٠ على دروسوفلا فينيريس) واقترح أن هذه الظاهرة إذا كانت منتشرة
فقد تعمل دورا هاما في التطور .

وحتى الآن فالدراسة التجريبية لميزة التزاوج للذكور النادرة يستخدم فيها إما جينات
لها تأثيرات مرئية ظاهريا أو كروموسومات مقلوبة بها ارتباط من جهاز جيني للاقاء .
كعلامات . وكل من هؤلاء له تأثيرات مظهرية واضحة ولذلك فلا داعي للدهشة أن
بعضها منهم يؤثر في سلوك التزاوج (قسم ٤ - ٢ و ٨ - ٢) وما يدعو للدهشة هو أن
العديد من هذه التراكيب الوراثية المختيرة تبدي ميزة الذكور النادرة حيث أن هذا المظهر
الانتخابي سوف يلغى نفسه إذا حدث في العديد من المواقع في وقت واحد . وكما بين
لوونتن Lewontin أن تعميم ميزة ندرة الذكور داخل العشيرة بالإشارة إلى أى تركيب
وراثي تقريبا لا يمكن أن توجد فإن لم يكن لأسباب أخرى عن أن أى ذكر هو تركيب
وراثي نادر في عشيرة بها خلط ١٠٪ وتعدد مظهرى ٤٠٪ .

ومن زمن بعيد يرجع إلى ١٩٢٠ فقد بين شتفريكوف *Chetverikov* أن العشائر هي مخازن للاختلافات الوراثية . وبالتالي فدراسة « الميتات » و « المراثيات » في الدروسوفلا قد أيدت فرضه وبتطبيق طريقة التفريد الكهربائي (مقياس التحرك في حقل به شحنات في وراثية العشائر عشرة سنين مضت (انظر بول *Powell* ١٩٧٥) اتضح تباينات وراثية عديدة في كثرة اعديلة من الكائنات . والجينات التي حلت بواسطة التفريد الكهربائي تشفر للانزيمات أو بروتينات أخرى ولا تحتاج إلى أى تأثير حركى على مظهر الكائن . وأليلات جين مثل هذا « أماكن الانزيم » تعرف باسم المشابهات الانزيمية *allozymes* . ومن الطبعي أن نستعلم عن ما إذا كان ميزة تزاوج الذكور النادرة تمتد لتشمل مواقع الانزيمات .

وهذا التساؤل فإن التزاوجات بين سلالات دروسوفلا سيلوايوسكيورا مختلفة بالنسبة لموقع الأميليز قد شوهدت في غرف التز واتيكس (ارمان وأندرسون وكذلك بلات *Ehrman, Anderson and Blatte* ١٩٧٧) والذكور الأصيلة لأليلات *Amy*^{1.00} أو *Amy*^{0.00} في الترتيب الجيني الأصل للفرد CH يتمتع بميزة التزاوج عندما تكون متوسط النثرة ولا شيء عندما تكون نادرة كلية . وقلة ميزة الذكور في سلالات تختلف في موقع الأميليز ومواقع أخرى مرتبطة معها تقارن في الحجم لتلك التي تشاهد بين السلالات التي تحمل لترتيب القياسي (ST) أو ترتيب CH وإما تشابه أو تختلف في موقع الأميليز بالرغم من أن بعض النتائج تكون محيرة فإن هناك أدلة أن موقع الأميليز وآخرين الذي يعمل لهم كعلامة له تأثير على سلوك التزاوج الذي يشتمل على بعض درجات من ميزة تزاوج الذكور النادرة .

وقد استعملت التكرارات المكتوبة في جدول ٨ - ٤ لاختبار عدة فروض حول التزاوج بين الثلاثة تراكيب وراثية المدروسة . وربما يكون من الخير أن نبدأ الاختبارات التي لا تشير بأهميتها في الكتابة في الجدول . واختبرت اعتباطية التزاوج بواسطة X^2 (لمدى الانطباق) بين تركيبات التزاوج المشاهدة وتلك المتوقعة على أساس اعتباطية التهجين بين إناث وذكور قد تزوجت . والملاءمة جيدة التماثل ولا يوجد هناك دليل للاقلاص عن التزاوج الاعباطى . وقد حصى أيضاً تكرار التزاوج الملاحظ لكل طراز من الإناث وقورن باختبار X^2 لأعداد كل طراز التي وضعت في الغرف . ولا يوجد في أى حالة اختلافات إحصائية مؤكدة بين المشاهد والمتوقع . وكانت هذه النتائج متوقعة حيث أن كل الإناث في بيئة صالحة ولذلك فإنها تتزاوج في الغرف وتكرارات التزاوج المشاهدة تكون قريبة جداً من عدد الإناث التي أدخلت إلى الغرف .

قد يتكرر تزاوج الذكور وفي هذا تكون مخالفة للإناث أثناء فترة الملاحظة وتكرارات التزاوجات الملاحظة للذكور قد تختلف باتساع بين الذكور الموجودة داخل الغرفة . تكرارات الذكور المتزاوجة الملاحظة والمتوقعة موجودة في جدول ٨ - ٤ بجانب النتائج لاختبارات χ^2 لدى الانطباق بينهم . فإذا كان الاختلاف مؤكدا إحصائيا والأعداد المشاهدة من التزاوجات بالطرز الأكثر قدرة أكثر من المتوقع ولذا فمن الطبيعي أن هناك برهنة على ميزة التزاوج للذكور الأكثر قدرة .

ولا يوجد أى إيضاح على ميزة التزاوج بأى من الثلاثة تراكيب الوراثية بمعدل متساوى مع أحد التراكيب الوراثية . فى أول مجموعة من التزاوجات . وتظهر الذكور $Amy^{1.00}$ (ST) ميزة تزاوجية عالية عندما تكون قلة ولكن ذكور (CH) $Amy^{0.84}$ لا تظهر ذلك . وعند اختبار (ST) $Amy^{1.00}$ (CH) $Amy^{1.00}$ معاً فكل الطرازين من الذكور تظهر ميزة ضئيلة عند نسب ٥ : ١٥ و ٥ : ١٥ ولكن ليس عند النسب ٢ : ١٨ أو جدول ٨ - ٤ : عدد التزاوجات بين سلالات من دروسوفلا سيلوايوسكيورا لها ترتيب جينى على الكروموسوم الثالث قياس (ST) أو خروكا هو (CH) وأى من الأليل ٨٤,٠ أو ١,٠٠ الموقع الأليلز موضحة درجة من الاعتدال على التكرار

Mak uency معدل تزاوج الذكور						
الأزواج لى الغرفة		الذكور		الانثى		χ^2
A	B	A	B	A	B	
١,٠٠ (ST) أليلز	٨٤ (CH) أليلز	31	81	11	101	38.88†
		54	46	25	75	44.85†
		57	52	50	50	0.23
		79	22	78	25	0.57
		95	14	98	11	0.98
١,٠٠٠ (ST) أليلز	١,٠٠٠ (CH) أليلز	7	93	10	90	1.00
		36	68	28	78	5.13‡
		60	47	54	54	1.58
		63	50	85	28	22.33†
		96	6	92	10	1.92
٨٤,٠ (CH) أليلز	١,٠٠٠ (CH) أليلز	14	88	10	93	1.47
		48	64	28	84	19.05†
		91	109	100	100	1.62
		63	39	77	28	9.53†
		87	14	91	10	1.67

يحمل أن تكون نسبة الإناث أ : ب = ١٥ : ٥ وبخطأ وتكون نسبة الذكور ١٨ : ٢ $P < 0.005$

‡ $P < 0.05$

المصدر : أرمات والنيرسون وكذلك بلات ١٩٧٧

١٨ : ٢ ومن الحير أنه لا يحدث أى ميزة للذكر فى النسب التى أبعد من ذلك . موقع الأميليز وبالتالي العوامل المرتبطة معها والتى لا يمكن اكتشافها يكون لها تأثير على التزاوج حيث أن أول المجموعتين المتزاوجتين اعطيت إلى حد ما نتائج مختلفة .

ويكون تأثير موقع الأميليز واضحاً فى المجموعة الأخيرة من التزاوج والذى يعتبر من الأهمية هنا . تلك الاختبارات تشتمل سلالات CH مختلفة فى موقع الأميليز . ومرة أخرى فإن هناك ميزة لكلا الطرازين من الذكور القاصر على نسب ٥ : ١٥ أو ١٥ : ٥ وليس أبعد من التراكيبات ٢ : ١٨ أو ١٨ : ٢ . ومن الحير أيضاً أن الذكور بمعدل ٢٥٪ له ميزة تزاوجية بينما الذكور بنسبة ١٠٪ ليس لها . فإذا كان هناك تأثير على المعدل المنخفض يكون ضئيلاً جداً وأن تجربة كبيرة جداً يمكن أن تحقق ذلك .

والسلالات المستعملة CH, ST ربيت وأكثر على البيئات العملية للعديد من السنين . وأى اختلافات وراثية بينا تستخدم ليخفى أو على الأقل ليصعب التأثيرات السلوكية لموقع الأميليز أو من طراز كروموسومى . ومهما يكن فإن ثلاثة من سلالات CH بأميليز Amy^{1.00} وثلاثة بأميليز Amy^{0.84} نشأت من ثلاثة مجموعات أصلية من CH التى بها تعدد مظهرى للموقع Amylare . ولذلك فتوقع أن العديد مختلف فى الخلفية مظهره أهمية لمقارنة فى CH بين أميليز وأميليز ٠,٨٤ . بالإضافة فإن كل السلالات التى بهذه التجربة والتى جمعت من ماذر - كاليفورنيا بدأت بتشابه كبير فى الخلفية الوراثية للكروموسومات عن ذلك للكروموسوم الثالث عندما عزلت سلالات بترتيبات جينية من هجن مع نفس المجموعة المحللة والتى خلفيتها الوراثية من ماذر وحتى عند استعمال تباينات اعتباطية فى البيئات العملية فإن هذه السلالات سوف تكون كلية متشابهة ما عدا الكروموسومات الثالثة حيث يتوزع كل منهم بحشرة واحدة مختلفة من الأعداد جمعت من ماذر للانتران فإننا نعتقد أن تظهر البيانات بعض درجة من ميزات التزاوج المتعلقة بمتغيرين فى موقع الأميليز وبأى جينات تتعلق بالارتباط مع أى من الانزيمات المتباينة . وليست ميزات التزاوج بالواضحة أو بالثابتة كما نتوقع ولكن الطبيعة ليست بالمواتية لتعطي أحسن النتائج . والتجارب الوحيدة بمواقع إضافية للانزيم سوف توضح ما إذا كانت التأثيرات المذكورة هنا عامة أم لا وقطع إذا كانت النتائج عامة يكون لها أى تطور مؤكد وقد أدت هذه النتائج إلى اقتراح إبراز عمل تجارب متتالية .

السلوك

وحديثاً درس معدل الانتخاب الجنسي المعتمد من وجهة النظر النفسية لبروزان

Pruzan الذى كان مهتما بتأثيرات الخبرات المختلفة على الإناث ، كالتعرض لاقتران أزواج الدروسوفلا والتعرض للذكور فقط والخبرة التزاوجية الفعلية وتأثير العمر على الاختبار التالى للفرد للمتزوج تعتبر من التحليلات المتغيرة . (بروزان وارمان **Pruzan and Ehrman ١٩٧٤** و بروزان ١٩٧٦) . وقد أجريت ملاحظات مباشرة على إناث دروسوفلا سيدوايوسكيورا للتركيبات الكروموسومية الأصلية **CH, AR** . عذارى عمر أربعة أيام تمنح ميزة للذكور النادرة فى جميع الذكور القاصر المختبرة أو **CH, AR** التى تؤكد النتائج المنشورة سابقا (انظر قبل) .

باستعمال مقسم بثقوب دقيقة يسمح بمرور شعاع من الضوء أو أمستميلاات التيارات الهوائية مثل الشم والاهتزاز وبعض المؤثرات ولكن لمنع الاقتران . وعرضت الإناث المختبرة إما إلى أزواج مقترنة أو إلى ذكور فقط . ونتائج مثل هذه التجارب ليست واضحة تماما ففى بعض الحالات مجرد التعرض بغير عيوب التزاوج لذكور معينة استعملت فى اختبار الاختيار الأنثوى عند التزاوج الاعباطى . وعند بلوغ **AR** العنراء (عمر ١١ يوم) وتختار تجارب الأفضلية سوف تتزوج بالتأكيد بمعدل عال عما هو متوقع مع الذكور العصر عندما تكون هذه الذكور من نفس التركيب الكروموسومى وإلا فإن التزاوج يكون اعباطيا .

وقد أمكن الحصول على تجارب متكررة ثابتة ومثيرة على الرغم من أنه عندما تخصب الإناث بذكور بنفس التركيب الكروموسومى يسمح لها باستعمال الاسيرمات المخزونة عند وضعهم للبيض ثم بعد ذلك يعاد اختبارها بالنسبة لتفضيل الذكور . هذه الإناث المتأخرة تمنح الذكور النادرة فرصة فقط عندما تكون الذكور النادرة من نفس التركيب الكروموسومى كأول تزاوج لهم وإلا فإن التزاوج يكون اعباطيا . مثل هذه الإناث بعد ذلك يظهر فى السلوك كنتيجة للخبرة السابقة وباستعمال أساس محدد (لى فرنسواز **Francois ١٩٧٢**) حيث تعمل حالة من العرض للتعليم . هذه الخلاصة تمتد بالأدلة الحديثة موضحة أن مادة سيكلوهكسيميد **Cyclohexamide** التى تمنع تكوين البروتين الذى يتداخل مع الوظيفة التعليمية للعقل فى الفيران، الجرذان والأسماك الذهبية **goldfish** وكذلك تؤثر على القدرة الاختبارية فى الدروسوفلا التى تتغير بالخبرة (بروزان وأبل-ويت وكذلك بيومى **Pruzan, Applewhite and Bucci ١٩٧٧**) .

وفى أنواع أخرى من الدروسوفلا كدروسوفلا ميلانوجاستر الأكثر انتشارا فقد أظهر طراز برى من الحشرات تجنباً لتنظيم من مركبات ذات علاقة تنوب فى كحول

أثنيولى مطلق حيث تعمل هذه كمنبهات شمية متعلقة بصعقة كهربائية خفيفة .
والحشرات تتجنب مثل هذه الرائحة وذلك بعمل « حجرات » للجنوح كجرتين من
البلاستيك تستعمل كحرف ملاحظة وتفشل طفرات مستحثة مرتبطة بالجنس تعرف
بالغبي *dunce* بواسطة دوداي وآخرين (Dudai et al ١٩٧٦) من تجنب الإثارة بالرغم
من تكرار المناسبات التي تجرى على وجه ملائم وبالرغم من ظهور سلوك طبيعي بطريقة
أخرى . واختبارات مجرد ١٢ أو كذلك من الأفراد تسم (شمان) (هكسانول
والاوكتانول وكذلك اللدهيد إلخ) تظهر أن الأفراد *dunce* الغيبة تستصنع المركب
المختبر ولكن غير قادرة على ضبط الاستجابة لمثل هذه الاستشعارات العبيرية وهناك خمسة
تقارير أولية للتعليم عن طريق التكيف في دروسولا ميلانوجاستر (سبانزو إمانز
ورنجر *Spatz, Emannas and Reichart* ١٩٧٤ - من وسبانز *Menne and Spatz*
١٩٧٧ كوين وهاريس دبزر *Quinn, Harris and Benzer* ١٩٧٤ - كوين وديودي
Quinn and Dudai وكذلك ديودي وآخرين (Dudai et al ١٩٧٦) واثنين في حشرة
نافخة *Phormia regina blowfly* (انظر قسم ١٠ - ٥) . والحالات التي تكون في
إعادة تنظيم كنتيجة للتمرين يكون من الصعب التحويل عليها في ذات الجناحين . وليست
كمشكلة كما هي في القوارض ومناقشة الاستجابة الشرطية للتكيف في الفيران قد توجد في
قسم ٩ - ٣ وفي الفأر في قسم ٦ - ٥ و ٩ - ٦ .

وتكرار التزاوج المعتمد يبدو أنه يتوقف على العمر والخبرة وكذلك يتداخل عوامل
معقدة لتلك المتغيرات . ودراسة هذه النقطة يحتاج إلى تغير التركيز فبدلاً من الانتخاب
الجنسي يكون العزل الجنسي (كما في قسم ٣ - ٢) . ويعني هذا « التفضيل » شديداً
بحيث يمنع الكل فيما عدا طراز واحد محتمل من التزاوج . وكلا السلوكيين يجد في
أهميتها لنفس الظاهرة حيث يشغلا مواقع مختلفة بالنسبة لاستمرارية السلوك (بيت
و ارمان ١٩٦٩) ومعظم التجارب التي تتعلق بالعزل الجنسي استخدمت إناث عذاري
صغيرة (كما في قسم ٥ - ٣) . ولكن الجديد من التجارب أكملت على العمر وإناث
خبرة (أوهارا وبروزان وكذلك ارمان ١٩٧٦ وكذلك بروزان ١٩٧٦ وبروزان
وآخرين ١٩٧٩) وقد قدمت دروسولا بيولستورم *D.paulistorum* مادة غنية
لاحصاء تأثيرات الخبرات الأولى على الانتخاب الجنسي المتأخر وذلك لأنها تحتوي ستة
تحت أنواع أو أنواع أولية التي فيما بينها يوجد عديد من درجات العزل الجنسي . هذه
الاختلافات تتبين في انتشارها في أماكن مختلفة أو تشغل نفس المكان بدون تزاوج فيما
بين الأنواع (انظر قسم ٥ - ٣) وبالتالي كالإناث لهذه الأنواع الفائقة قد أظهرت
تزاوجاً متكرراً (ريشموند و ارمان ١٩٧٤) .

والملاحظات المباشرة للتزاوج لدروسوفلا ليولستومورم تحت أنواع الإناث تتقبل أولاً تتقبل الذكور فقد عرض أن الإناث الطاعنة في السن لا يختلف فيها الانتخاب الجنسي معنوياً عن تلك للإناث الصغيرة . والخبرة السابقة لعدم التقبل الاقتراني لا تغير بانتظام درجة الغزل الجنسي بالرغم من أن الإناث التي تتقبل الاقتران تظهر تفضيل كبير مؤكداً للذكور المتشابهة ظاهرياً أو وراثياً - واختبار نسبة الزيجات المتشابهة بالنسبة لمجموع التزاوجات يدل على وجود اختلافات مؤكدة بين الأفراد الممارسات المتشابهة والأخرى الساذجة (عمر ٩ أيام) من خلال جميع التوافقات .

وتستخدم استمالة الشم كأساس تمييز السلالات والأنواع بهذا النظام (مثل ارمان ١٩٦٩) وباستعمال غرف مركبة للملاحظة فقد اتضح أنه عند مرور تيار هواء خفيف في قسم الرعاية الذي يحتوى الأزواج المتغازلة والمقترنة من الطراز النادر فإن ميزة الذكور القاصر تختفي في مقدمة الجزء من الغرفة من حيث أن الاستشعار اللمسي يمنع بمسافة مئة بين الأقسام فإنه يبدو أن عمومية استمالة الشم التي تأتي من الذكور النادرة يمكنها اجتياز واختفاء حقيقة ندرتهم .

وقد أوحى في هذا المرجع يعمل شوري وبارتل **Shorey and Bortell** (١٩٧٠) حيث وجدوا أن الفرمونات الجنسية الطيارة المنتجة بإناث دروسوفلا ميلانوجاستر تستميل وتبدأ سلوك الغزل في الذكور وتزيد احتمال اقترابه من الإناث المجاورة ويستمال أيضاً سلوك الغزل في الذكر برائحته تنطلق بذكور أخرى ولكن رائحة الذكر يبدو أن لها أقل من واحد من عشرة من تأثير وللاإناث . وحديثاً جداً فإن العمل الذي قام به افرووف وريتشاردسون (١٩٧٤ و ١٩٧٦) **Averhoff and Richardson** على التحكم الفرموني في تزاوج دروسوفلا ميلانوجاستر اعطى معلومات قيمة . حيث وجد أن الأفراد لا تستجيب جنسياً إلى فرموناتها ولا حتى لأقربائها . وفي الواقع فإن الفرمونات من سلالات مختلفة تستميل غزل الذكور . ومثل هذه العملية تكون على أساس أن الاختلافات في الفرمونات قد يساعد في صنع التربية الداخلية في العشائر الصغيرة .

وقد قامت تجارب التزاوج على ٢٤ زوج من دروسوفلا سيلوايسكيور في غرف الملاحظة (جدول ٨ - ٥) . وقد قسمت الإناث بالتساوي من سلالات CH,AR بينما استعملت الذكور بنسب متعددة . وقبل تجارب التزاوج بأربعة أيام فإن الحشرات العنذاري من كلا الجنسين جمعت في خلال ٣ ساعات من خروجها من العذراء .

جدول ٨ - ٥ : اختبار لنسب مختلفة من ٢٤ ذكرًا من رأس السهم (AR) والشيركا هو (CH) أو يرتقي العين (or) موجودة مع ١٢ من إناث AR وكذلك ١٢ من إناث CH موضحا أن الإناث يمكنها تمييز بين الذكور (الياناث المحدد له كلوغارتم طبيعي لنسبة تكرارات التزاوج الملاحظة إلى التكرارات المتوقعة .

البيانات كجاء تزاوج الذكور			
التزاوجات الملاحظة / التزاوجات المتوقعة			
نسبة الذكور	AR:CH:or	AR	CH
1:1:1	-0.054	-0.130	0.310
4:1:1	-0.378	0.701	0.410
1:4:1	0.644	-0.285	0.173
1:1:4	0.060	0.134	-0.113
5:5:2	-0.108	0.160	0.855
5:2:5	-0.076	0.362	-0.237
2:5:5	0.407	-0.261	0.059

اختبرت كل نسبة حوالي ١٤٤ مرة

+ التزاوج المتوقع يمكن تصحيحه بالنسبة للاختلافات في قوة الذكور وتدل القيم الموجبة على ميزة للتزاوج سلالات معينة وتدل القيم السالبة على عدم وجود ميزة . والوجهة الجسدية تكون إحصائيا مؤكدة عند اختبارها χ^2 بالنسبة لسلالتين من الذكور الموجودة في التجربة (P.0.05) .

وتفصل بالجين تحت ظروف من التأثير خفيفة . وتعلم حشرات AR, CH بواسطة الجناح المقلم للسماح بالعد البصري للتزاوج .

وفي هذه التجارب الذكور تتزاوج متكررا بينا الإناث تتزاوج مرة واحدة . وعلى أساس القوة فقط يمكن بالتساوي قبول الذكور AR, CH كأزواج . بينا الطفلة برتقالية العين الكذور (جسمية متحبة) نسبة ٥٠ فقط هي التي ترغب بأن تتزاوج كسلالة برة بها انقلاب تحت نفس هذه الظروف . ومعدل التزاوج المتوقع يصحح لمثل هذا العيب .

ويظهر التزاوج الذي تكون فيه نسبة الذكور ١٥ : ٥ : ٢ ميزة للذكور نادرة . ولو أن تفسير للأربعة حالات الأخرى قيد البحث تكون أكثر تعقيدا . وفي حالة ١ : ١ : ١ هناك ميزة سطحية للسلالة or بينا في الثلاثة حالات ٤ : ١ : ١ هناك سلالتين نادرتين . ولكن سلالة واحدة تتمتع بميزة - والميزة في جميع التجارب لها طرازين وعندما تكون أعداد AR, CH غير متساوية وقلة السلالة تعتبر ميزة . وكذلك عندما تكون أعداد الذكور AR, CH متساوية فإن الذكور or تتمتع بميزة إذا كانت هي القليلة نسبيا بالنسبة لمجموع الاثنين الغير طافرة .

ونستخلص أن صفات الدروسوفلا الذى تعتمد على نطاق التكرار الفرمونى تشتمل . على (١) التميز : يمكن تميز سلالات مختلفة (٢) التعيين : يمكن استعمال الاشارات الكيمائية ككميافى لنسبة السلالة فى العشيرة (٣) القدرة على الاستجابة لتألف عديد ويمكن للإناث تميز العديد من السلالات بدون سابق خبرة بالرغم من وجود تأثير راجع للخبرة و (٤) عمليات متسلسلة وهناك تنظيم محاييد يشترك فى الأهمية المعطاة للاشارات من مختلف السلالات .

وقد مرت أكثر من دسنة من السنين وقامت العديد من التجارب منذ أول اقتراح للدريزانسكى أن بحث هذه الأحداث الغريبة التى نوقشت قد يكون متميزا . واهتمامته قد عبر عنها فى كتابه *Genetics of the Evolutionary Process* (١٩٧٠ صفحة ١٠) .

لا يوجد شيء معلوم عن إمكانية ميزة التزاوج للتركيب الوراثية النادرة فى البيئات الطبيعية . فإذا وجدوا فى أماكن طبيعية للحشرات فإن نتائج الانتخاب المعتمد على التكرار قد يكون أداة فعالة فى الحفاظ على التوازنات للتعدد المظهرى للأليلات الجينية بدون ظاهرة قوة المهيمن . وحتى لو وجد أليلات ذات تأثير نقصى خفيف قد يمكن الحفاظ عليها فى العشائر الطبيعية بهذه الوسائل . والأليلات النادرة سوف يزيد تكرارها حتى أن ميزة التزاوج للحاملين لها ثقل وتختفى . والواقع أن المزيد من البحث فى هذا المجال يبدو ملحا .

٨ - ٥ سلوك اليرقات

وبالرغم من أن سلوك الحشرة الكاملة فى الدروسوفلا كانت موضوعا لبحوث عديدة كما اتضح لنا من هذا الفصل وكذلك الفصول السابقة فإن أقل القليل معروف عن سلوك اليرقة بعيدا عن أهميتها فى دورة حياة الكائن - وقد وجدسول ويرت وكونولى *Sewell, Burnet and Connolly* (١٩٧٥) أن يرقات دروسوفلا ميلانوجاستر تغذى باستمرار أثناء فترة النمو وأن معدل النشاط الغذائى تقاس بعدد تأثيرات على عضلات البلعوم *cephalopharyngeal* بالدقيقة ويتوقف هذا على العمر الوظيفى لليرقة . ويستجيب معدل التغذية بسرعة للانتخاب المباشر معطيا عشائر غير متداخلة من سلالات من اليرقات سريعة وبطيئة التغذية محققة معدل توريث من ٠,٢٠ إلى ٠,٢١ (قسم ٦ - ١١) فى مختلف السلالات المنتخبة . والتهجينات بين السلالات المنتخبة تظهر سيادة مؤكدة للمعدل السريع من التغذية الذى يحتمل أن يلائم فى الطبيعة وقت نقص الغذاء عندما يفصل المعدل العالى من التغذية درس السلوك الحركى فى السلالات المنتخبة كاستجابة متلازمة ولكن وجدت قليل من العلاقات بين الحركة والسلوك

الغذاء - وقد نوقش أنه تحت الظروف البيئية المثلى يكون هناك نزوع زائد للسلوك الحركي يكون سبب التكيف إذا أدى إلى إنقاص في وقت التغذية . وبالتالي فإنها تكون ميزة إذا نظمت هذه السلوكيات مستقلة كما أشارت النتائج .

ومرحلة اليرقة في دورة حياة الدروسوفلا هي بالطبع مرحلة الاستخدام القصوى للموارد حيث أنه من المعروف مثلاً من تجارب التحرر والاسترداد في أقيية الخمور أن الحشرات الكاملة من دروسوفلا ميلانوجاستر لا تنجذب إلى حوض التخمر أثناء عمل الخمر بينما لا ينجذب النوع القريب جداً « الأخوى » دروسوفلا سيمولانز ماك كنزي (Mckenzie ١٩٧٤) وهذه النتائج المتنبأ بها تفيد بأن دروسوفلا ميلانوجاستر تستخدم الايثانول كمورد حتى أعلى تركيزات (ماك كنزي وبارسونز Mckenzie and Parsons ١٩٧٢) . وفي الطبيعة فإن يرقات النوعين قد تسعى منفصلة وأن الاختلافات البيئية الضعيفة تكون مسؤولة عن المصادر المتاحة . والبيانات اليرقات المميزة للسلالة من جنوب استراليا (جلول ٨ - ٦) (خط عرض ٣٧° إلى ٣٧°٥٣ جنوب) تدعم هذا الغرض بينما من أوتونزفيل Townsville شمال كوين لاند (خط عرض ٢٠° جنوباً) فإن الاختلافات بين الأنواع تكون بسيطة ولكن في نفس الاتجاه . ويعنى هذا إذا كان النوعان يتنافسان في نفس البيئة فإن اليرقة قد تشغل قلة مختلفة من المواقع الصغيرة . والملاحظات الحقلية قد دعمت تلك من بقايا أقيية العنب الموجودة في قسم ١٣ - ٢ .

جدول ٨ - ٦ : المدى والموسطات للإناث المتأصلة لسلاسل دروسوفلا ميلانوجاستر ودروسوفلا سيمولانز لعدد اليرقات الخارجة من ١٠ بيئات مختارة بحرية على نسبة ٩ إيثانول بالنسبة لحيوى آجار خالى من الإيثانول بعد ١٥ دقيقة على طبق تيرى .

	دروسوفلا ميلانوجاستر		دروسوفلا سيمولانز	
	(المتوسط)	المدى	المتوسط	المدى
مطردن	37.5°S	7.8	5.5	6.5-5.0 = 1.5
شمالى	37°S	7.5	5.3	6.2-4.6 = 1.6
تزلزل	20°S	6.4	5.8	6.8-5.0 = 1.8

المصدر : بارسونز ١٩٧٧ b

وليست هذه بتلك البساطة فبينما تظهر جميع سلاسل الإناث المتشابهة (انظر قسم ٦ - ٧) من عشائر جنوب استراليا من دروسوفلا ميلانوجاستر تماثلاً نسبة عالية لتفضيل الكحول فنظهر فقط البعض من تونزفيل مثل هذه الافضلية العالية بينما البعض الآخر تكون أفضليته قليلة أو معدومة . وهذا تفسر المتوسط المنخفض لعشيرة تونزفيل

بالإضافة إلى المدى الواسع بالمقارنة بعشرين من الجنوب ولا يوجد مثل هذا الخلط العشائري في دروسفلا سيمولانز . والغرض القائم هو أن الانتشار دروسفلا ميلانوجاستر جنوبا فإن هناك رغبة للانتخاب لاستغلال مصادر الكحول والذي ينظر على أنه عملية انتخائية من السلالات متشابهة الإناث . وبالتالي فإن اتجاه الخلط في دروسفلا الجنوب تتفق والأساسيات العامة من انحدار الاختلافات البيولوجية بزيادة خط العرض . وهذا معروض هناك لتقييم الاستجابة السلوكية لمصدر كيمائى محدد . والطريقة لدراسة استعمال اليرقات للمصادر مع سلالة متائلة الإناث فتظهر المقارنات أن هناك إمكانية معينة حيث يمكن اختبار العديد من نواتج التمثيل الغذائي .

وهناك دراسات أخرى على الانجذاب الكيمائى في البالغين قد أشير إليها في القسم السابق من هذا الفصل قد يكون له تطابقات يرقية - وقد أوضح بيج وهج بن **Begg and Hogben** (١٩٤٦) أن حمض الخليك وخلات الاثيل وحمض اللاكتيك (DL) تعتبر جاذبات للأفراد البالغة من دروسفلا ميلانوجاستر وقد وجد فيوما **Fuyama** (١٩٧٦) اختلافات بين العشائر للجاذبات موضعا تأثيرات الانتخاب الطبيعي داخل هذه الأنواع . وقد وجد بارسونز (١٩٧٩) أن يرقات دروسفلا ميلانوجاستر ودروسفلا سيمولانز تنجذب إلى هذه الثلاثة مركبات باختلافات طفيفة بين الأنواع والعشائر بالمقارنة بالايثانول . ومتوقعا أن الاختلافات بين هذين النوعين لتحت جنس **Sophophora** والأنواع واسعة الانتشار دروسفلا اميجرانزلنخت جنس دروسوفلا تكون أكثر بكثير معطية أن النوعين الأولين غالبا ما يستعمل بكثرة مصادرة الفاكهة بينما الأخيرة تستعمل لمصادر والخضر والفاكهة (اتكسن وشروكس **Atkinson and Shorrocks** ١٩٧٥) كما سوف تناقش بعد ذلك في قسم ١٣ - ٢ .

وتؤدى النتائج الحالية إلى اقتراح أن السلوك اليرق سوف يؤدى دوراً متزايدا في فهمنا لكائنات مثل الدروسفلا بالنسبة للمناطق التي تشغلها في الطبيعة وهذا مجال يحتاج إلى بحث تزايد إضافي كما هو موضح من النتائج التي تعرض اختلافات من سلالات دروسفلا ميلانوجاستر للسلوك السكنى (جودوى هريرا **Godoy-Herrera** ١٩٧٧) من الأنواع الأخوة بواسطة باركر **Barker** (١٩٧١) . وقد أكدت هذه بواسطة بروزان وبوش **Pruzan and Bush** (١٩٧٧) الذى وجد أن عددا كبيرا مؤكدا من اليرقات ذهب إلى ذراع الشبكة من الممرات المحتوية نفس السلالة (إما يرقة أو بقايا من كائنات حية) كمتستيلات مؤديا إلى اقتراح عن سلالات اليرقة لها الكفاءة الشمية في التمييز وبالتالي قد تختلف في انتخاب البيئة التي تعيش فيها .

الملخص

في العديد من مجالات الوراثة اعطت دراسة دروسوفلا ميلانوجاستر تقدما أساسيا وذلك يرجع ببساطة إلى المعرفة التامة بالهيئة الكروموسومية لهذا النوع وكذلك كثرة مجاميع السلالات الوراثية المتاحة للاستعمالات الوراثية المعقدة . فمثلا استعمالات الموزيكات الوراثية في الدروسوفلا فإن هناك تلازم محددًا للجانب التشريحي مع الشلوذات التي تؤثر على السلوك باستعمال الطفرات « الهزاة أيضاً » ويتبع هذا أيضاً أن نقصح الدروسوفلا نوعاً لأبحاث الوراثة العصبية *neurogenetics* .

وزيادة على ذلك فإن الأساس الوراثي للصفات الكمية وخصوصا السلوك الجنسي والانتحاء الضوئي والكيمائي يمكن دراستها وبحثها في الدروسوفلا . والاستجابة للانتحاء الضوئي هو ناتج استالة معينة لاختلافات ييفية وكذلك تراكيب وراثية معينة ولذلك فيجب أن يقوم أى طراز من التحليل الوراثي الدقيقة في بيئة محددة تماماً . وبالطبع فإن الاستجابات النسبية للعديد من القياسات البيئية المشابهة لتلك الموجودة في البيئات الحيوانية لمن الأهمية بمكان والدراسات على الانتحاء الكيمائي لها نفس الأفضلية المحتملة للسماح لمحاولة معرفة العلاقة بين الجزئيات قريبة المنبة ومستقبلاتها .

والقليل جدا معروف عن السلوك اليرقي بالرغم من أهميتها في نمو الكائن حيث أنها مرحلة لاستعمال الأقصى للمصادر . وقد يحدث توازن بين اليرقة والحشرة الكاملة بالنسبة للانتحاء الكيمائي آخذاً في الاعتبار نواتج التمثيل مثل الايثانول وحمض الخليك . وبسبب اختلاف الاستجابة اليرقية لنواتج التمثيل الغذائي بين عشائر الدروسوفلا ميلانوجاستر وبين الأنواع الأخرى من الدروسوفلا قريبة العلاقة جدا فإن تقيمت السلوك اليرقي تميل إلى أن تلعب دوراً متزايداً في فهم الانتخاب المكاني أو السكني في الطبيعة .

وأخيراً ففي مختلف أنواع الدروسوفلا وخصوصا دروسوفلا سيدوأسكيورا فإن الظاهرة العشوائية للتزاوج المعتمد على التكرار والذي يكون فيه للتراكيب الوراثية النادرة معدل تزاوج أكبر عما يظهر تحت تأثير التزاوج الاعباطي قد انتضحت في العديد من المرات . ويبدو أن مثل هذه الظاهرة لها أساس في « الباقيات » المميزة من الذكور من مختلف التراكيب الوراثية التي تعتبر نواتج طبيعية للتمثيل الغذائي . فإذا كان الانتخاب المعتمد على التكرار شائعاً فإنه يعد قوة فعالة في إنتاج عدم تماثل وراثي بكمية كبيرة في العشائر الطبيعية . وحتى هذا فإن التزاوج على التكرار يتوقف على العمر والخبرة وهما من المكونات التعليمية .

GENERAL READINGS

- Ashburner, M., and E. Novitski (eds.). 1976. *Genetics and Biology of Drosophila*, Vols. 1a, 1b, 1c. New York: Academic Press.
- Ashburner, M., and T. Wright (eds.). 1978. *Genetics and Biology of Drosophila*, Vols. 2a, 2b. New York: Academic Press. Volume 2b is on behavior. Most subsequent volumes in this series will have information of importance and are worth checking as they appear.
- King, R. C. (ed.). 1974-1976. *Handbook of Genetics*, Vols. 1-5. New York: Plenum.
- Parsons, P. A. 1973. *Behavioural and Ecological Genetics: A Study in Drosophila*. Oxford: Oxford University Press.

الفصل التاسع

وراثة السلوك : القوارض

يهتم هذا الفصل بسلوك القوارض وبالأخص بالنسبة للفيران وإلى حد ما للجرذان وخنازير غينيا ومظاهر سلوك القوارض نوقشت في الفصول السابقة ويمكن تلخيصها في الآتي :

- أخذ في الاعتبار في فصل ٢ السلوك المؤثر على الجين الطافر الخاص بالقلق *fidget* وعلاقة ذلك بالقاعدة الأساسية للوراثة المندلية . وقد وضعت تعليقات في قسم ٢ - ٤ للتأثيرات السلوكية للجين الأصفر *yellow* الطافر في الفيران .
- ويعتبر نجاح التزاوج المحدد بالجينات المفردة الذي نوقش في قسم ٣ - ٣ كمثال للانتخاب الجنسي .
- درس الشلنوذ في كروموسومات الجنس في فصل ٤ وقد ذكر أن هناك حاجة لدراسة التغير الكروموسومي في الفيران بأسهاب كبير .
- وبداية دراسة التعدد الجيني والسلوك باستفاضة بفصل ٥ ودراسة سلوكيات القوارض عادة تحت مثل هذا التحكم الوراثي سجلت في قسم ٥ - ١ وإحدى السلوكيات التقليدية هي تجارب الانتخاب الوراثي التي وصفت بقسم ٥ - ٥ وتعلق بالارتداد في الفأر .
- التحليل الوراثي للصفات الكمية قد فحص في التجارب الحيوانية في فصل ٦ مشتملة على القوارض (أقسام ٦ - ٤ و ٦ - ٥) ومثال على التأثير المبكر للخبرة على الفترة اللازمة للوصول إلى الطعام تمثل توضيح للتفاعلات المعقدة للوراثة والبيئة (EG) والتي تحدث في أحوال كثيرة بالتدريبات (قسم ٦ - ٢) .
- وتستعمل شبكه الممرات للتعلم في الفأر كمثال توضيحي لتداخل GE بقسم ٧ - ٤ عند وضع هذا في الاعتبار بالنسبة للإنسان .

وتسجيلا لكل الأمثلة نلاحظ أن أكثر المعلومات عن وراثة السلوك في القوارض قد عرضت قبل هذا الباب . ويأتى السلوك في المناقشة من اختيارنا للأمثلة معينة التي يمكن منها إضافة استنتاجات لتلك الموجودة حاليا .

٩ - ١ الفيران : تأثيرات الجين المفرد

تتنوع الجينات المفردة التي تؤثر على السلوك في القوارض وأمكن عمل خرائط للعديد من الجينات التي لها تأثيرات سلوكية واضحة في الفيران . وبالإضافة فقد أوضحت العديد من الدراسات أن الجينات التي عرفت عن طريق الشكل المظهري عادة لون الفراء حيث تبرز تأثيرات سلوكية دقيقة (تيسن وأون وكذلك وايت ست Thiesen, Owen and Whitsett ١٩٧٠) . ويمثل العمل على الفيران نقطة نوقشت في قسم ٨ - ١ بالنسبة للدروسوفلا حيث استنتج أنه لا توجد جينات تؤثر بذاتها في السلوك . نجد أن التغيرات السلوكية تنتج من تأثيرات وراثية على المستوى الانزيمي والهرموني وحساسية النسيج ونفاذية الأغشية وكذلك الوظائف الأخرى . وبذلك يكون التأثير الوراثي على السلوك غير مباشر .

وقد عملت قوائم لأكثر من ٣٠٠ طفرة جينية (البعض أليل) تشغل أكثر من ٢٥٠ موقع للفأر بواسطة جرين Green (١٩٦٦) . وقد عرفت ٩٢ طفرة جينية تتعلق بالعيوب في الجهاز العصبي عند منتصف ١٩٦٥ (بواسطة سيدمان وإيل وكذلك فولر Sidman, Appel and Fuller ١٩٦٥) مؤثرا بذلك في الغالب على أى وظيفة بيولوجية يمكن تحليلها . وتقسم تأثيرات هذه الجينات الطافرة إلى نقص في النمو المكاني وعيب تركيبى في خلايا الغدد التي تفرش في عمل نواتج معينة وعيوب وظيفية تحتاج للدراسات بيوكيماوية . ومعظم العيوب المعروفة للطفرة تؤثر في الجهاز العصبي أثناء نموه حيث أن العديد من الجينات الطافرة معروفة على وجه الخصوص تؤثر على المخيخ . وتؤثر عدد من الطافرات على الأذن الداخلية والتركيبات المتعلقة بها (انظر دول Deol ١٩٧٥) مما يؤدي إلى عيوب في الجهاز العصبي المركزى في الأدوار الجنينية المبكرة مما يؤدي إلى تداخل في الاستحداث المتتابع للتركيبات الخارجية . وبعض الجينات المثلثة التي تؤثر على الجهاز العصبي والتي تعتبر ذات قيمة للدراسة المستفيضة للسلوك مدونة في جدول ٩ - ١ ومدى تأثير هذه الجينات يبدأ من عيوب خطيرة في الجهاز العصبي المركزى إلى تلك المسبولة عن الاضطرابات الخفيفة . وتعلق التغيرات السلوكية بالعديد من الأشكال الظاهرية والوظيفية أو تأثيرات بيوكيماوية كما في الدروسوفلا (باب ٨) . ولخصت

الدراسات المستفيضة على العديد من الطافرات المتعلقة بالتأثيرات السلوكية بواسطة ولكوك Wilcock (١٩٦٩) وتشتمل هذه الجينات الطافرة - قصر الأذن shortear عدم وجود الشعر hairless عدم وجود الفراء furless شعر طويل وسط الذيل pintail عقدة الذيل looptail عدم الذيل tailless المهتاج waltzer ارتخاف عيمت wobbler أحرق أو مجنون Jurker اهتزاز quaking جذاب ducky الدائري twirler ناقص التغذية dystrophic مضطرب reeler وقفاز عصبي jumpy - فمثلا الفيران الحماء المهتاجة والمهتزة تكون غير قادرة على أن تسير عاديا أو تتزن جيدا . أما المرتخفات فتكون أكثر قلة في النمو من الطبيعي على مستوى النشاط الحقل المفتوح وكذلك المقدرة على الانتصاب على القوائم الخلفية وكذلك المقدرة على تسلق المستوى المائل - وتنجز الفيران معقودة الذيل بعض أفعال قليلة لتنظيف الوجه عن الطبيعية واتضح من الاختبارات المستولوجية أن هناك تضخم في بطين القلب . واختلال في الجهاز الحركي في مقدمة المخ .

جدول ٩ - ١ : الجينات الطافرة المؤثرة في الجهاز العصبي وبالتالي السلوك في الفأر

الجين	رمز الجين	المجموعة الارتباطية	المظهر البيولوجي	المظهر السلوكي
غياب صلابة الجسم	ac		غياب كل أولوجين صلابة الجسم	لا يعرف شيء الآن
الخلل على	cb		الخلل نصف كرة الدماغ والقصوص	انتشار يمي تقدم الخلل في كل السلوك
رائص	Dc		غياب بقعة قرية الأذن الباطنية	تحركات دائرية وفشل في العوم
الصمم	dn		الخلل الخلايا Corti في Deiters	التشتم
تمت خطف	d	II	الخلل التفاع ، انخفاض في القنبيل	تشج
			اللائين . ونشاط الهيدروكسلاز	
عدم العين	ey		غياب العين والجهاز البصري	عدم القدرة عل الرؤيا
صامت	mu		غياب جهاز الأتزان في واحد أو الاثنين مع الأذن	تلف السمع
الحركة المستديرة	pi	XVII	الخلل في قشرة الدماغ	حركة دائرية
ارتخاف تمت	we	III	الخلل التفاع وارتضاع في مستوى انزيم سكسينك	صعوبات حركية
			ديجندروجينز	

والاهتزاز (متنحي جسمي) والعصبي (متنحي مرتبط بالجنس) مثالين لطافرات الجهاز العصبي والتي فيها النشاط الانزيمي الغائب في المخ موجود في الجهاز العصبي

الخارجي وبعض أنسجة أخرى. وكلا الطفرتين تؤدي لإحداث نقص النخاع في المخ والحبل الشوكي (ماندل وآخرين Mandel et al ١٩٧٣). وبالعكس فالأعصاب الخارجية لكل الطفرات تكون عادية النخاع - ونخاع العصب الخارجي لا يكون متشابها مع النخاع المركزي ولا تتشكل بخلايا قليلة الشعب ولكن بخلايا شوان Schwann المميزة ظاهريا. والأنزيم الغائب في الطفرات هو ٢ - ٣ سيكليك AMP الحلقي ٣ فسفوهيدرولاز (CNP). ولذلك فيوجد أنزيم CNP يؤثر على تكوين النخاع في الخلايا قليلة الشعب للجهاز العصبي المركزي محدث السلوك الشاذ الملاحظ. ولذلك فالنقص السلوكي في هذه الحالة له أساس جزيئي معروف - ومثل هذه الدراسات التفصيلية لتعبير الجين في الكائنات الراقية يمكن أن تساعد في فهمنا للأساس الوراثي لتكوين الإنسان ووظائفه وسلوكه. ويكون من الصعب تقييم العمل على الجهاز العصبي الذي يؤثر على الطفرات لأن تأثيرات هذه الجينات الطافرة على السلوك كبير. ولهذا السبب فإن الدراسة تسهم بالقليل من المعلومات بالنسبة لعلاقة الجينات بالسلوك الطبيعي حيث يتعلق السلوك يشنوذ الطفرة لتكون خارجة عن هذه الاختلافات العادية الموجودة في السلوك الظاهري. ومهما يكن فكما اقترح ويلكوك (Wilcock ١٩٦٩) فإن الدراسة التكوينية لمثل هذه الطفرات قد يكون لها أهمية في التطبيقات الطبية.

وقد أوضح ثيسن وأوون وكذلك وايت ست Thissen, Owen and Whitest (١٩٧٠) أنه أمكن فقط دراسة نقص الاحلالات للجين المفرد بالعديد (الطبيعي) من الوظائف بمعنى تأثيراتهم السلوكية (جدول ٩ - ٢). وتشتمل هذه أساساً تغيراً في لون الفراء. وأمكن تقرير الفشل في ملاحظة التأثيرات السلوكية نتيجة لجينات مفردة ولكن هذه لا يبرهن على أن التأثير السلوكي ناقص في حين أنه لا يوجد أي حالة قد اختبرت يكون فيها التحليل الكامل للسلوك المحتمل بالكائن. فمثلاً إذا أخذ في الاعتبار اليل «الالينو» فإن التركيب المنتحي المزدوج cc في موقع C في المجموعة الارتباطية I تكتم تكوين تحليق انزيم التيروزينيسر، الذي يكون ضرورياً لتحويل التيروزين إلى دوبا وأخيراً إلى ميلانين.

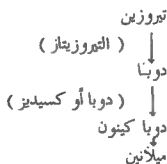
وقد لوحظ تغيرات عديدة سلوكية في فيران cc والمشكلة أن يشرح المسار من الجين إلى السلوك وهناك بعض الايضاحات (دفريز وهجمان وكذلك وير DeFries, Hegman and Weir ١٩٦٦) أن تفاعلات تجنب الضوء المصحوب بفقد صبغة العين تكون بيئة للاضطرابات الترددية للفيران الالينو.

لتقييم عمومية التأثيرات السلوكية المتعلقة بصفات ينقصها تأثيرات سلوكية واضحة

جدول ٩ - ٢ : التأثير على السلوك لاحتلالات الجين المفرد في القار

اسم الجين	رمز الجين	المجموعة الارتباطية	المظهر البيولوجي	المظهر السلوكي
الابيض	c	I	غياب الصبغة في القراء والعين	نقص القشعر التأخر السمي نقص لقيام بخروج الماء . زيادة الاختياب المؤثر فيه نقص النشاط الاختيائي . نقص النشاط الثالث من التلاء جنسيا نقص تفضيل الكحول . نقص انقباض الحقل . نقص تميز الأبيض . الأسود
بني	b	VIII	فراء بنية بدلا من البقع السوداء	زيادة الاستعداد
خفيف	d	II	أزرق ومادي القراء	نقص انقباض
غامض	m	VIII	خفيف لون القراء - يقع الدليل والبطن	نقص الحساسية
عين طول خفيف	p	I	عيون طويلة	نقص نيران القمح . قلة ولع الكليج . أكل استعداد والاهتزاز
شعر طويل وسط الدليل	Pz	VIII	ذيل قصير	مرعة احتباء
قصر الأذن	se	II	احتزال الهيكل المقصوف	قصور نظم التعصب الصوتي
أصفر	A ⁺	v	فراء أصفر أو برتقالي وعيون سوداء	نقص المدى الطويل والقصير للنشاط - فشل الذكور في التزاوج المجدد في مجموعة من الإناث

الذي يكون ضروريا لتحويل التيروزين إلى دوبا وأخيرا إلى ميلانين



فيمكن بحث عدد من طافرات لون الجلد (ثيسن وأون وويت ست Thiessen, Owen and Whitsett, ١٩٧٠) والصبغة في فراء القوارض هي عبارة عن نوعين أحدهما فيوميلانين وآخر يوميلاين الأول دائما أصفر أما الأخير فقد يكون بني أو أسود . ولذلك فإن الاختلافات الواسعة في لون جلد الفيران يكون نتيجة لتأثيرات وراثية على نوعين فقط من الصبغات . ويمكن الرجوع إلى السلالات الأكثر شيوعا من الفيران

الداخلية في بحوث وراثيات السلوك مبينة بالجدول ٩ - ٣ وقد أمكن تعيين المحددات الوراثية للون الجلد فالواقع الأولية للون الجلد هي الأجوق والأسود والالينو والخفيف المختص بتوزيع الصبغات السوداء - البنية والصفراء في شعر القوارص والمواقع الثانوية مثل لون العين الطرني وكذلك الأرقط التي تتحكم ليس فقط في كميات الصبغات المختلفة ولكن في شكل وحجم وتوزيع حبيبات الصبغات في الأفراد .

جدول ٩ - ٣ : المحددات الوراثية للون جلد الفأر للمواقع الثمانية

السلالة	الترصيع					
	الاصفر	الأسود	الالينو	الخفيف	القرن الطرني	الأرقط
C57BL	aa	BB	CC	DD	PP	SS
C3H/2	AA	BB	CC	DD	PP	SS
DBA/2	aa	bb	CC	dd	PP	SS
I	aa	bb	CC	dd	pp	ss
BALB/c	AA	bb	cc	DD	PP	SS
A	aa	bb	cc	DD	PP	SS
R III	AA	BB	cc	DD	PP	SS
Linkage group	V	VIII	I	II	I	III

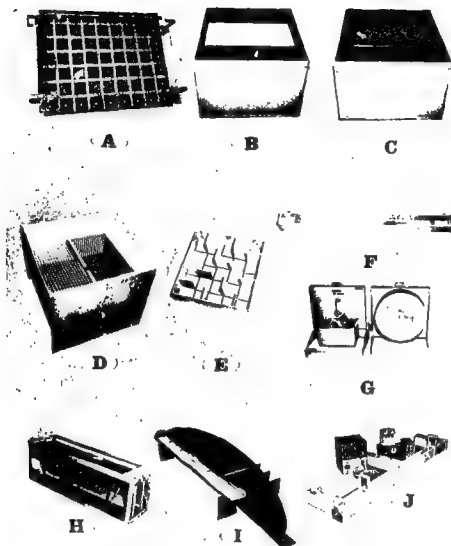
الأشكال الظاهرية المنتجة هي Qa الغير أجوية و bb أسود و cc الالينو ، dd الخفيف pp طرني لون العين وكذلك ss الأرقط .

وعموماً فإنه من المحتمل وجود ثلاثة أو أكثر من الأليلات في كل موقع وغالباً ما تكون علاقة السيادة والتفوق معقدة .

ويقارن الالينو بغير الالينو في الجيل الثاني الناتج من تلقيح الجيل الأول بين السلالات النقية (aaBBccDD) و AKR/J و DBA/2J (aabbCCdd) (انظر جدول ٩ - ٣) وذلك باستعمال بطاريات (مجموعة اختبارات) يكون لها ١١ مهمة باستخدام التجهيزات المبينة في شكل ٩ - ١ . وقد وصفت الاختبارات بإسهاب أسفل لتوضيح أى من أنواع البطاريات الاختبارية يمكن استعماله في القوارض لابرز السلوك الوراثي . وأنه لمن المهم إتباع الطرق التجريبية بالتفصيل في أى اختبار لتقليل درجة الذاتية وبالإشارة إلى النشرات الأساسية المشتركة فإنه يحتاج إليها في تحديد وتقدير ذلك .

مشماتلات تجهيزات الاختبار الموجودة في شكل ٩ - ١

● حقل مفتوح (a) يستعمل في تحديد النشاط الحقل المفتوح وقياس الفحص العام



شكل ٩ - ١ : جهاز الاختبار سلوكيات الفأر (a) حقل مفتوح في مسوى أفقى ومائل (b) مسوى لامع (c) مسوى الحسامية (d) الانحدار المرنى (e) الجزء الأوسط (f) المجال الشمى (g) عجلة النشاط (h) جهاز لتسرب الماء (i) درجة الاختبار الحرارى (j) المجال السمى (عن ثيسن ، أون ويت ست و Thissen, Owen and Whitsett ١٩٧٠) .

الموصوف بعدد من السلالات المهجنة واستعمال الأدوات في مستوى منحدر يسمح بإحصاء الانتحاء الجغرافى .

• مستوى الإنارة (b) تستعمل لقياس إلى أى مدى يفضل الحيوان البيئة المضاءة أو الظلام .

- مستوى اللمس (c) يتقسم الأرضية إلى نصفين : أملس وخشن ، وذلك لقياس التفضيل اللمسى .
- الانحدار المرن (d) يستعمل لقياس عمق الإدراك الحسى يمثل ميل الحيوان إلى الذهاب إلى الجانب السطحى أم العمق ويحدد ذلك عند وضع الحيوان فى وسط اللوحة .
- الحلبة (e) يستعمل فى قياس النشاطات عموما التى تحدد بعدد السلالات التى تهجن فى فترة دقيقتين .
- المجال الشمى (f) والذى فيه حساسية الشم للمستحبات الضارة يكون تقيمها بوضع أمونيا فى أحد الأطراف وماء فى الآخر بعد وضع حيوان فى وسط المجال ثم يسجل الباحث المدة المنقضية فى جانب المجال المحتوى على ماء فى فترة خمسة دقائق من الاختبار .
- عجلة النشاط (g) والتى يمكن بها احصاء عدد الدورانات فى فترة طويلة لتقديم مقياس للنشاط طويل الأمد .
- جهاز الحرب من الماء (h) الذى يحدد مظهر التعلم والحرب ويشتمل على مرى مائى على درجة حرارة حوالى ٢٥° درجة مئوية . وصندوق صغير للتقيد بباب أفقى (محور) موضوع فوق الماء فى أحد الأطراف وفى الطرف الآخر المعاكس قطعة مثقبة سلكية ممثلة فى الماء لتعمل كمخرج - وتتكون المحاولة بوضع الفأر فى صندوق الحجز وترتيبه فى اتجاه فتحة الخروج يفتح الباب المسحور ويسقط الفأر فى الماء وبالتالي يمكن قياس فى خمسة محاولات ميله أو محاولته العوم .
- التدرج الحرارى (i) يتراوح ما بين ١٠° سنتجراد إلى ٥١° سنتجراد وتستعمل لقياس تفضيل الفأر للحرارة .
- المجال السمعى (j) والتى يمكن قياس التفضيل أو الكراهية إلى مستحبات السمع . وفى نهاية كل ذراع من الجهاز يوضع مذياع والذى يغذى بموجه ١٤,٠٠٠ HZ بمولد سمعى وكذلك بمستحبات سمعية - ويوضع الحيوان فى وسط المجال ويسمح له بالتزود لمدة ٥ دقائق . ثم ينطلق الصوت من أحد أطراف المجال ويسجل الوقت الذى يقضيه بالحيوان فى أى نهاية المدى المسجل من الموجبات الأولية تدل على وجود تفضيل للصوت بينما السليبات تدل على بعض الكراهية للصوت .

ولدراسة الأليل الاليني في حيوانات الجيل الثاني فإن النتائج قد تكون غير خالية تماماً من تأثير الارتباط ولو أن ثيسن وأون وكذلك ويت ست **Thiessen, Owen and Whitsett** (١٩٧٠) أعتبروا أن مثل هذه التأثيرات غير مهمة نسبياً . وقد وجد تنظيمها مهما له اعتباره في السلوكيات للتفريق بين القار الالينو وغير الالينو . حيث أن جين الالينو يؤدي إلى انخفاض الحساسية العادية للتغير في الاختلافات البيئية (الأسطح المائلة) وينخفض النشاط في حالة الضوء الأبيض (الخلية وجهاز الحرب من الماء والانحدار المرن) ولكن ليست حالة الضوء الأحمر للحقل المفتوح أو عندما يقاس النشاط أولاً في المسار على عجلة النشاط . ويعكس الالينو المستوى المنخفض للنشاط بقاءه في بيئة مضادة أو سطح خشن أطول من القار المبقع . حيث يتجنب كلا الطرازين الضوء ويمكثون على الأسطح الخشنة . وكذلك تستجيب القوار الالينو إلى مصدر الصوت بعكس الغير الينو تتعد بعيداً عن المصدر وتميل كذلك القوار الالينو إلى تجنب أكثر المستشيلات الشم وكذلك الابتعاد الضوئي الذي ذكر آنفاً يبدو أنه أساس في تفاعل الضوء ولكنه يكون من الواضح صعوبة تفسير الجهاز السلوكي ككل بطريقة متداخلة . والتعميم الوحيد الذي يمكن صياغته أن القوار الالينو تكون مترددة بالنسبة لتفاعلها مع التغيرات البيئية والأدلة المؤيدة لذلك توجد بقسم ٩ - ٣ .

وقد درست أربعة عشر تركيا وراثياً أخرى اشتملت على الاختلافات في لون جلود القوار (ولكنها ليست الالينو) في السلالة C57BL/6J . حيث أنه من الناحية العملية فإن الجين الوحيد الذي يسمح بالتباينات هو موضع الاهتمام وأي تأثيرات سلوكية يمكن ترجع إلى هذا الجين . ويمكن استعمال أربعة اختبارات هي النشاط في الحقل المفتوح والانتهاء الجغرافي وسلوك الهروب من الماء وكذلك النشاط في إدارة العجلة . وقد دلت النتائج على أنه من بين ١٤ تركيا وراثياً مختبراً فإن نسبة ٧١٪ تحور بعض من مظاهر السلوك أو بكلمات أخرى أنه ليس من الصعوبة أن نجد تأثيرات . وبالتالي فإنه كلما زاد عدد العينات السلوكية كلما كان هناك تلائماً بحيث يمكن تمييز الجين المستبدل الذي يؤثر على السلوك . ولذا فإن نسبة ١٤٪ من التراكيب الوراثية تؤثر فقط على السلوك في الحقل المفتوح وأن نسبة ٣٦ تؤثر في السلوك في الحقل المفتوح وأو الانتهاء الجغرافي ونسبة ٥٧٪ في السلوك في الحقل المفتوح والانتهاء الجغرافي وأو لسلوك الهروب من الماء ونسبة ٧١٪ في واحد أو أكثر من هذه الأربعة سلوكيات . ومن الواضح أن عدد التأثيرات السلوكية تتعلق بأليلات اللون العادي للجلد مؤدياً إلى اقتراح أنه أي طفرة غالباً ما يكون لها تأثيرات سلوكية إذا كانت البطارية المستعملة في الاختبار أكثر شمولية .

٩ - ٢ السلوك في الحقل المفتوح كصفة كمية في الفئران

أجرى الكثير من البحوث على الصفات الكمية وعادة بدون التعرف على المواقع المختصة أو على الكروموسومات المشتركة . ويرجع تاريخ دراسة السلوك في الحقل المفتوح من عهد هول Hall (١٩٥١) وبرود هيرست (١٩٦٠ - ١٩٦٧) على الفئران . ويستعمل لذلك سياج الذى يقدم حالة غريبة للحقل المفتوح . وداخل هذا السياج فإنه يمكن الحصول على قياس الانفعالات الحركية التى تحدد بواسطة التبرز والتبول وقياس النشاط الذى يحدد بعدد المربعات التى تخترق فى وقت معين - وكما هو فى قسم ٥ - ٥ فإن التربية الانتخائية تؤثر على الانفعالات . وقد وجدت علاقة سالبة بين التنقل والتبرز فى الحقل المفتوح (هول Hall ١٩٥١ وبرود هيرست ١٩٦٧) ويبدو صحة هذه العلاقة السالبة بالرغم من تأثرها بالاختلافات البيئية قبل الإضاءة والضوضاء (ارشر Archer ١٩٧٣) وتتوقف أيضاً العلاقة إلى حد ما على الأنواع والسلالة - والجنس وحجم العينة والقرص الميكرو للموضوع .

ويدل عدد الفئران المدروسة على اختلافات فى النشاط حيث وجد ثمبسون Thompson (١٩٥٣) اختلافات بين ١٥ سلالة عندما تختبر فى حلبة مساحتها (٣٠ × ٣٠ بوصة) والأرضية مقسمة إلى ٢٥ مربع وتوضع العوائق على أساس كل مربع . وتستعمل عدد المربعات التى يمكن اجتيازها فى ١٠ دقائق اختبار كرقم للنشاط من ١٥ سلالة ووجدت أنها تختلف اختلافا متبايناً فى هذا السلوك فقد اختبرت أخيراً ٥ مستوى النشاط فى الممرات ٧ وكذلك الحلبة (ثمبسون Thompson ١٩٥٦) ولوحظ نفس الترتيب للسلالات فى نشاط الحلبة بخلاف واحد وكان ترتيب السلالات فى الممرات ٧ متطابق مع ذلك للحلبة . وهذه النتائج المتوازية تعكس درجة العمومية للموقف فى بيانات هذه الأنشطة وهذا اعتبار هام .

وهذه والعديد الآخر من الدراسات (انظر فولر وغمسون Fuller and Thompson ١٩٦٠) تبين بوضوح أن الأفراد الملاحظة تختلف فى مستوى النشاط فى موقف غير مألوف هو من فعل أو تأثير اختلافات وراثية . ويمكن تطبيق هذا الاستنتاج أيضاً على التبرز defecation ويكون السلوك فى الحقل المفتوح مقياس هادى وكفى سمحاً للحجم الكبير من العينات اللازم للتحليل الوراثى التفصيلى وقد قام دفرزى وهجمان DeFries and Hegmann (١٩٧٠) بتحليل تفصيلى للاختلافات فى السلوك فى الحقل المفتوح لسلالتين من الفئران مرباه داخلياً وكذلك للأجيال القادمة منهم . والسلالات الأبوية C57BL/6J, BALB/cJ معروف أنها تختلف اختلافاً واسعاً فى السلوك فى الحقل المفتوح .

والحقل المستعمل هو مربع (36×36 بوصة) من زجاج مطلي أبيض مقسم إلى ٣٦ مربع كل منهم 6×6 بوصة وقد أجرى الاختبار على فيران عمرها 40 ± 5 يوم حيث يقاس النشاط كمجموع عدد حزم الاضاعة (المستعملة في تعيين حدود المربعات) التي تتعرض أثناء ٣ دقائق اختبار والعبد الكلى لكريات البراز الناتجة . وقد أخذت البيانات على السلالات الأبوية المرباه داخليا P_2 وكذلك الجيل الأول F_1 والجيل الرجعي والجيل الثانى وكذلك الجيل الثالث وخمسة أجيال انتخائية في كلا الاتجاهين بمعنى النشاط الأعلى والأقل في الحقل المفتوح .

وقد برزت الكفاءة الوراثية على أساس البيانات للأباء والجيل الأول F_1 , BC_1 والجيل الرجعي الأول للأب الأول (الجيل الأول \times الأب الأول) وللأب الثانى BC_2 (الجيل الأول \times الأب الثانى) والجيل الثانى F_2 بعد تطبيق الجذر التربيعى للتحويل إلى كلا النشاطين وعدد الحاملين . وقد أجريت هذه التحولات لمحاولة تحقيق عيارا للمقياس - مسألة نوقشت في قسم ٦ - ٣ ولذلك فالكفاءة التوريثية التى أحصيت يمكن تقديرها على نظام ٤, ٣, ٠ (جدول ٩ - ٤) وبمقارنة قسم A بقسم D في جدول ٩ - ٤ فإن الكفاءة التوريثية بمعناها الضيق h^2_p تكون عموماً أقل قليلا عن الكفاءة التوريثية بمعناها الواسع h^2_b مما يدل على أن معظم الاختلافات الوراثية ترجع إلى تباينات وراثية مضيقية . ويمكن أيضاً حساب الكفاءة التوريثية من انحدار النسل على متوسط الأب (قسم ٦ - ٩) وكذلك من التلازم بين النصف إخوة $halfsib$ وحالما تنتج مشكلة حيث أن الكفاءات التوريثية بالرغم من أنها أكبر من الصفر (إلا الإناث في التلازم النصف أخوى) فإنها تباين كثيراً بناءً على طريقة التربية مما يؤدى إلى جدل حول التأثيرات الغير ملائمة للمقياس وللتفاعلات الوراثية البيئية أو أى مشاكل في البيانات وتواجه نفس المشاكل بالنسبة للتبرز . والكفاءة التوريثية للتبرز تكون أقل بكثير عن النشاط مما يدل على تقدير عال للمكون البيئى لهذا السلوك وتكون الكفاءة التوريثية للتلازم في الإناث النصف أخوية سالبة (ولكن غير مؤكدة) ولكن الكفاءات التوريثية الأخرى تكون موجبة والبعض يكون مؤكداً ويمكن أن نسأل لكلا الصفات أى من القيمات التوريثية هى المقياس الأحسن ؟ والطريقة المحتملة للوصول إلى ذلك هو أن تحدد الكفاءة التوريثية بالمنطلقة (h^2_p) من تجربة الانتخاب المباشر (قسم ٦ - ١١) .

وتقوم هذه التجارب الخاصة بالنشاط الحقلى المفتوح على أساس عشرة قوامها ٤٠ نسلا تختار اعتباريا من الجيل الثانى من الحيوانات المستعملة في التحليل الأولى (وتقضى التعليمات أن الولادات يجب أن تحتوى على الأقل ذكراً وأنثى) . ويختب الذكور

جدول ٩ - ٤ : الكفاءة التوريثية بمعناها الضيق h^2_{IV} وكذلك بمعناها الواسع h^2_{II} للنشاط وحساب الصيزات للفيران بالنسبة للسلوك في الحقل المقترح .

A. h^2_{II} from parental, F_1 , BC_{11} , BC_{12} , and F_2		
	الذكور	الإناث
النشاط	0.58 ± 0.06	0.28 ± 0.04
الفرز	0.42 ± 0.07	0.36 ± 0.08
B. h^2_{II} من إحصاء النسل على الأب المتوسط		
	الذكور على الأب المتوسط	الإناث على الأب المتوسط
النشاط	0.24 ± 0.12	0.19 ± 0.12
الفرز	0.04 ± 0.09	0.17 ± 0.08
C. h^2_{IV} من المقارنات لنصف أعرية		
	الذكور	الإناث
النشاط	0.50 ± 0.32	-0.25 ± 0.31
الفرز	0.30 ± 0.32	-0.29 ± 0.31
D. h^2_{II} from parental, F_1 , BC_{11} , BC_{12} , and F_2		
	الذكور	الإناث
النشاط	0.63 ± 0.06	0.49 ± 0.06
الفرز	0.39 ± 0.06	0.38 ± 0.06

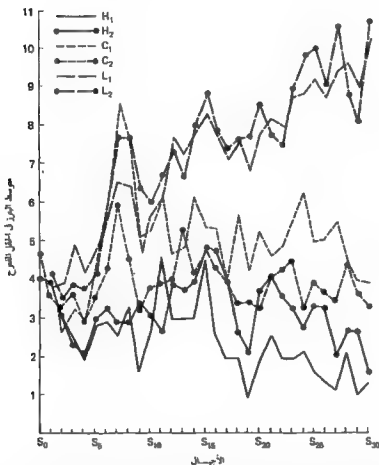
المصدر : دفريز وهجمان (١٩٧٠)

والإناث الأكثر نشاطاً وكذلك الذكور والإناث الأقل نشاطاً من بين كل ١٠ ولدات . وتلقح اعتباطياً كل من ١٠ ذكور عالية النشاط مع ١٠ إناث عالية النشاط في عمر حوالى ٦٠ يوماً وذلك لإنتاج نسلا ممثلا للجيل المنتخب الأول (S_1) لسلالة عالية النشاط (H_1) . وبالمثل تتزوج اعتباطيا ١٠ ذكور قليلة النشاط مع إناث لإنتاج جيل (S_1) ولسلالة قليلة النشاط (L_1) . (وتتزوج ولدات الأباء L_1, H_1) . بالإضافة تنتخب ذكور وإناث عالية وقليلة النشاط من ١٠ ولدات أخرى وتتزوج اعتباطيا داخل كل مستوى نشاط ويمثل نسلهم S_1 لسلالات L_2, H_2 . أما المقارنة فتمثل لسلالتين غير منتخبين C_1, C_2 (ارجع إلى دفريز وهجمان De fris and Hegmann ١٩٧٠ لتفصيلات أكثر) .

وخلال خمسة أجيال من الانتخاب فإن هناك استجابة واضحة وثابتة للانتخاب والتي من خلاله يمكن حساب الكفاءة التوريثية . ويعد خمسة أجيال انتخابية فإن الكفاءة التوريثية الناتجة h^2_{II} كمقياس للاستجابة للانتخاب (R) مقسوما على

التيابنات الانتخائية (s) (قسم ٦ - ١١) كانت 0.31 ± 0.04 لعال النشاط H_1 بالنسبة L_1 الأقل و 0.19 ± 0.07 لعال النشاط الثاني H_2 بالنسبة L_2 والقيمة المحمية لذلك 0.26 ± 0.03 . وهذا متوافق تماماً مع انحدار النسل على الأب المتوسط لجيل واحد (جدول ٩ - ٤) ولذلك فإنه تحت مثل هذه الدراسة فإن انحدار النسل على الأب المتوسط يمكن أن يناقش على أنه جيد في التنبؤ .

ولكن لا توجد أسباب نظرية بأن ذلك يجب أن يكون دائماً حقيقياً أو صحيحاً بالنسبة للفقيدات والافتراضات التي تلائم مثل هذه الحسابات . بالإضافة انظر قسم ٦ - ٩ المصادر الانحراف المحتملة باستعمال هذه الطرق المعينة . وتمثل الصعوبة في تفسير الأمثلة كشاهد على المشكلة التي تحد التفسير في تحليل ورثة السلوك . ويورخ ذلك هناك نتيجة لمثل هذه الصعوبات .



شكل ٩ - ٧ : حساب متوسط النشاط الحقل المفتوح لسته سلالات من القيران انتخبت اثنان للنشاط العال (H_1, H_2) واثنان للنشاط المنخفض (L_1, L_2) واثنان من تزاوج اعطابي داخل السلالات لتعمل كمقارنة (C_1, C_2) (عن دلفريز وجرافيس وتوماس ١٩٧٨) .

والآن فإن تجارب الانتخاب استمرت ٣٠ جيلا (شكل ٩ - ٢) بزيادة أكثر من ثلاثين ضعفا في متوسط النشاط من السلالات العالية والمنخفضة (دفريز وجرافيس وتوماس DeFries, Gervais and Thomas ١٩٧٨) . وحتى عند ٣٠ جيلا فليس هناك دليل على الاقتراب من حد أقصى للانتخاب . وحساب التيز في الحقل المفتوح لسلالات قليلة النشاط تكون أعلى حوالى سبعة مرات عن تلك للسلالات عالية النشاط مجسدة التقارير السابقة (انظر قسم ٦ - ١١) للتلازم الوراثى السالب العالى من هذه الصفات .

ويجب أن يبقى روح هذه الدراسة المذكورة - ويظهر التحليل السابق أن النشاط الحقلى المفتوح هى صفة كمية بافتراض تحكم عوامل متعددة مضيئة . ومهما يكن فقد وجد تأثير للجين الكبير على النشاط كما نوقش في الأقسام السابقة حيث يكون للفيران الالينو نشاط قليل وكذلك عدد عال للتيز عما هو بالنسبة للحيوانات الملونة . ويقاس الأهمية النسبية لتأثير الجين المفرد بتحديد مساهمة التباين الوراثى المضيف المتعلق بهذه السلوكيات وقد أحصى الانعزال للموقع C لحساب نسبة ١٢٪ للتباين الوراثى المضيف للنشاط الحقلى المفتوح ونسبة ٢٦٪ للتباين الوراثى المضيف للتيز ولذلك فبالرغم من وجود تأثير مهم للجين الكبير فإنه يبقى جزء كبير نسبيا من التراكيب الوراثية المختبرة ويرجع إلى الانعزال في عدد غير معلوم من الأماكن الغير معرفة .

٩ - ٣ الصفات الكمية في الفيران . التعدد السلوكى للأشكال المظهرية

الملاحظ من مجاميع عديدة من البيانات في الفيران (وكذلك في الجرذان) وجود علاقة سالبة بين النشاط والعاطفة في حقل مفتوح تحت نوع من المواقف الوراثية (مثل المقارنة بين الجينات الكبيرة والسلالات المختلفة وكذلك في السلالات المنتخبة للنشاط العالى والمنخفض وكذلك لعدد التيززات العالية والمنخفضة) مما يدل على تعقيد المظهر الكلى للسلوكيات . وزيادة على ذلك كما هو مذكور في قسم ٦ - ١١ ففى سلالات برودهرست Broadhurst (١٩٦٠) للفأر انتخبت لحساب التيزز العالى والمنخفض فقد وجد تلازما للاستجابة لكل الصفات بعضها سلوكى والآخر وظيفى ليتفق مع ما هو متوقع بالنسبة لتجزئة العاطفة في السلالة الفعالة والغير الفعالة . وبالإضافة فقد وجد بليزارد Blizard (١٩٧١) الفيران الفعالة لها معدل قلبى عال بعد التناول عما يحدث في الغير فعال . وسوف يقودنا هذا إلى أن نسأل عما إذا كان هناك عموما مظهر سلوكى behavioral phenotype يرجع إلى تركيب وراثى معين وبكلمات أخرى هل يؤدي

تركيب وراثي معين إلى مجموعة من السلوكيات كما اقترحت بالنسبة لموقع الأليينو ؟ . ومن الصعب وضع إجابة تامة ولكن الأدلة تفضلها كعمل فرضي . بالرغم من أنه في العديد من الحالات تكون غير ملائمة لتجارب التربية التي أمكن القيام بها .

وافترض مظهر سلوكي معقد راجع إلى تركيب وراثي معين قد اقترح بواسطة Parsons بارسونز (b ١٩٧٤ و a ١٩٧٢) للنشاط (للحقل المفتوح والمروود) والعاطفة والوزن في الثلاثة سلالات تحت الدراسة المرباه داخليا للفيران BALB/c و C57BL وكذلك C3H (جدول ٩ - ٥) . وتعتبر السلالة C57BL أعلى سلالة حيث تكون أكثر نشاط فلها أكبر نشاط استكشافي والأقل عاطفة بينما BALB/c على العكس تماماً والسلالة C3H تعتبر وسط ولكن غالباً ما تكون قريبة جداً من C57BL . ويجب أن نضغط هناك على أن أي تحليل لهذه الصفات في الجيل الثاني F_2 والتلقيح الرجعي يكون ضرورياً لتحديد درجة بقاء الصفات معا في وراثتها . حيث أن التعليقات على المظهر السلوكي غالباً ما تكون غير نهائية .

ويمكن باستعمال السلالات النقية وكذلك المجموع الطافرة أن نظهر أن معظم الاختلافات في الشكل المظهري للهيكل ترجع إلى الوراثة بين السلالات (جرنبرج Gröneberg ١٩٦٣) وفي الحقيقة فقد اقترح جرنبرج وآخرين أن العديد إن لم يكن معظم الاختلافات البسيطة في الهيكل هي تعبيرات عامة أو خاصة لحجم الاختلافات

جدول ٩ - ٥ : ترتيب سلالات ثلاث من الفيران للصفات المظهرية والبيولوجية والسلوكية

الصفة	الترتيب
النشاط للحقل المفتوح	C57 > C3H > BA
النشاط الاستكشافي	C57 > C3H > BA
العاطفة - الحقل المفتوح	BA > C3H > C57
الانقباض بدون صدمة	C3H > C57 > BA
الوزن	BA > C3H > C57
الإصلاص للهيكل	BA > C3H > C57
التفصيل المبروز	C57 > C3H > BA
حرارة الجسم	BA > C3H = C57
كثافة فراء البطن	C57 > C3H > BA
↑ طول الزيل	
٥٥ - ٥٨ يوم بعد الميلاد	BA = C3H = C57

* C57 = C57BL; BA = BALB/c.

انظر جدول ٩ - ٦

انظر جدول ٩ - ٧

المصدر : بيانات هور وبارسونز (١٩٦٧) Howe and Parsons وروز وبارسونز (١٩٧٠) Rose and Parsons سلوك كوك وبارسون (١٩٧٣) Silcock and Parsons .

ولهذه الأسباب فقد قسم هورودبارسونز **Howe and Parsons** (١٩٦٧) هياكل الفيران لثلاثة سلالات لوجود أو غياب ٢٥ اختلافا هيكليا بسيطا حيث أن ١٥ منها تؤثر في المجموعة و ٨ العمود الفقري و ٢ الزوائد الهيكلية . ويمكن الحصول على معدل قياس الانحراف بين السلالات وذلك بنسبة حدوث أى اختلاف في السلالات كما أعطى في برى **Berry** (١٩٦٣) . وقد أوضحت البيانات عن مدى الانحراف الهيكلي بين السلالات **BALB/c > C3H > C57BL** (جدول ٩ - ٥) وتتعلم بالاختلافات الوراثية والانحرافات في المظهر الهيكلي وحدث اختلاف كبير هيكلي قد يتعلق بصراحة بوزن الجسم كما اقترح بواسطة جرنبرج **Grüneberg** (١٩٦٣) . بالرغم من أن عدد السلالات المختبرة محدود ، هذه النتائج تسمح للفرد بمناقشة احتمال وجود علاقة تلازمية بين التركيب الوراثي والمظهر الهيكلي والوزن وكذلك مختلف المقاسات السلوكية . وهذا الجدل يمكن قبوله بداية حيث أن الاختلافات الهيكلية من المفروض أنها تتعلق باختلافات في العضلات والأعصاب والأجهزة الوعائية ومن المفروض أن مثل هذه الاختلافات لها نتيجة على المستوى السلوكي . ولذا فحتى إذا لم تكن للمناقشة تعميمات تامة فإنه يبلوا من الأفضل أخذها في الاعتبار في دراسة أى صفة كمية سلوكية . التعميم أو طرق أخرى قد تساعد في الأخذ في الاعتبار سلالات أخرى وبهذا الخصوص فإن جداول ستانس (١٩٦٦) وآخرين تبين أهمية السلالات المختلفة . وكما هو واضح من بحوث لنديز وتيسن **Lindzey and Thiessen** (١٩٧٠) فإن هناك كمية كبيرة من المعلومات على مختلف السلالات والكثير منها تشتمل على صفات سلوكية ولسوء الحظ فبالرغم من دراسة معظم السلالات والسلوكيات فإن الكثير من الدراسة المكثفة تكون نادرة بالنسبة لمستميزات السلوك في معظم السلالات .

وفي نفس الثلاثة سلالات من الفيران فإن مقياس التعلم يحدد باختبار التحكم في الاجتناب (روز وبارسونز **Rose and Parsons** ١٩٧٠) ويشمل الجهاز المستعمل صندوق يرى من خلاله من البرسيكيس **Perspex** بأرضية مثقبة . وتقسم الأرضية إلى قسمين متساوين بحاجز وسطي منخفض . ويمكن استعمال الصدمة إلى أى جانب وكذلك الحاجز الوسطي ويعطى الحاجز صدمة لمنع الفأر من « الجلوس على السور » ويوضع الفأر في هذا الجهاز لمدة ١ دقيقة ويفتح المصدر الضوئي الموجود أعلى الجهاز وبعد ثابنتين تسرى الصدمة إلى قدم الفأر من خلال اللوح الأرضي المعدني المثقب . ثم يسجل الوقت من بدأ الإشارة الضوئية حتى قفز الفأر للحاجز الوسطي إلى الجانب الأمان . وتسجل أوقات القفزة الأولى في الجهاز حيث تستعمل كمقياس « بداية

التفاعل للصدمة ثم ينقل الفأر من الجهاز ويسمح له بالاستراحة لمدة دقيقة ثم يعاود الاختبار لصدمة أخرى وكل ما يؤخذ الفأر مجتمعا ١٠ محاولات للإصابة بصدمة في التابع التالي :

- أربعة محاولات، بفواصل دقيقة .
- استراحة لمدة ساعة .
- ثلاثة محاولات إضافية، بفواصل دقيقة .
- ٢٤ ساعة راحة .
- ثلاثة محاولات أخيرة، بفواصل دقيقة .

وبين جلول ٩ - ٦ نسبة القفزات بدون صدمة (القفزات إلى الجانب الآمن من الجهاز بعد فتح الإشارة الضوئية ولكن قبل عمل الصدمة) ويمكن أن تستعمل المحاولات من ٢ - ١٠ لتقدير هذه المقاييس . وتحدث أكبر نسبة من القفز بدون صدمة للمحاولات ٧,٤ وكذلك ١٠ بعد نهاية كل مجموعة من المحاولات وتحدث نسبة منخفضة للمحاولة الأولى في كل سلسلة بعد الراحة كما هو متوقع . ويكون نظام تفوق السلالات $C57BL > BALB/c$ الذي لا يتوافق مع التابع التي حصل عليه للنشاط والعاطفة . ولذلك فالنتائج لا يستمر بين الشكل الظاهري والسلوك المظهري . وفي هذه الحالة فإن الارتباط بين الجينات والتابع السلوكي يمكن أن يعتبر أقل مباشرة عن الأشكال المتعددة البسيطة للسلوك التي نوقشت سابقا وذلك لإقرار أهمية المكونات المدروسة . وتظهر البيانات بعض الاختلاف نتيجة لعدد التجارب أو المحاولات .

وحتى إلى تجربة $BALB/c > C57BL$ ولكن يتغير الموقف بعد ذلك $(C57BL > BALB/c)$ وتمثل هذه تداخل ما بين التركيب الوراثي والبيئة خلال التجارب حيث تأخذ السلالة $C57BL$ للفيران وقتا طويلا لتسجيل النقاط وحتى هذا فإن سلالة الفيران $C57BL$ تنتهي بتسجيلات عالية في التجربة الأخيرة . وتكرر التجربة باستعمال طرق متشابهة ولكن باستعمال جهاز يشبه الجرس الكهربائي عن استعمال الضوء كإشارة (بيانات غير منشورة لورز وبارسونز *Rose and Parsons*) واستعملت التتابعات في ١٠ تجارب . فبعد التابع الأول $C57BL > BALB/c > C3H$ ولكن بعد التابع الثاني فإن $C57BL, C3H$ يكونا متشابهين تماماً ولكن يتفوقا على $BALB/c$ وتحدث الاختلافات تبعاً لطريقة التقييم - والنتيجة كانت غير مفاجئة حيث أظهرت كراهية الضوء المعروفة للفيران $BALB/c$.

جدول ٩ - ٩ : نسبة القفزات بدون صدمة في المحاولات ٢ إلى ١٠ المسجلة للذكور الفيران لثلاثة سلالات

عدد المحاولات	BALB/c	C3H	C57BL	BALB/c × C3H	BALB/c × C57BL	C3H × C57BL
2						1.3
3	0.7	14.8		3.1	2.2	9.3
4	2.8	22.2	2.0	10.2	9.6	22.7
5	1.4	16.0	1.0	2.0	7.4	12.0
6	0.7	20.0	3.2	19.4	14.8	17.3
7	3.6	20.0	7.4	20.4	29.6	32.0
8	1.8	4.5	6.9	12.7	18.9	12.0
9	4.0	13.6	9.7	11.4	23.6	24.0
10	9.5	31.8	12.5	16.5	37.8	29.3
كل المحاولات	2.6	15.8	4.3	10.4	15.8	17.8

القواعد في جس الجدول تمثل القوة الباقية

المصدر : روز وبارسونز Rose and Parsons (١٩٧٠) .

ويكون للمعاملات الأخرى أهمية أيكولوجية مؤكدة بالقائمة في جدول ٩ - ٥ ويحدد التفضيل الحراري في قفص بدرجة التدرج الحراري على طول الأرضية حيث تتراوح من ٥٢٣ إلى ٥٤٣ سنتجراد في مسافة طولها ١٢٠ سم (سيلكوك وبارسونز Silcock and Parsons ١٩٧٣) ويمكن رؤية الفيران حقيقة وهي تختار درجة الحرارة المفضلة . وتتكون العملية السلوكية من تخفيض الفأر لبطنه على سطح أرضية القفص كما يتحرك في قسم معين وبالتالي فإن ثباته في الوضع الذي من المفروض أن تكون حرارته ملائمة له في كثير من الأحيان . اتلم الفيران BALB/c, C3H على هذه الأوضاع حيث أن السلالة BALB/c تفضل درجة الحرارة المنخفضة (جدول ٩ - ٧) . وتتعلق بهذا درجة حرارة الجسم المرتفعة (كما تقاس من فتحة الشرج في ٣٠ ثانية من الموت بترموتر سريع قارئ) وقلة في كثافة الفراء البطنية (ويختار البطن لأهميتها الظاهرية في انتخاب الحرارة المثل) .

هناك تلازما موجبا بين كثافة الفراء والحرارة المنتجة بالسلالات المختلفة متعلقة بعلاقة سلبية بين هذه المتغيرات ووزن وحرارة الجسم وبسبب كبر سلالة الفيران BALB/c فإن لها مساحة سطحية بسيطة/ نسبة الحجم حيث تفضل في الأجواء الباردة ولذلك فإنه قد يتوقع انتخابه حيث أنه في الأجواء الباردة قد يتوافق معدل التحول الغنائى العالى فقد يدل هنا ارتفاع درجة حرارة الجسم في هذه الفيران . وعلى أساس

جدول ٩ ٧ : التفضيل الحراري - متوسط الوزن - حرارة الجسم - كثافة فراء البطن وطول الذيل
لثلاثة سلالات من القيران وهجنهم مختبرة في عمر ٥٥ إلى ٥٨ يوم

السلالة	م (C) درجة الحرارة الفرسلة		م (g) متوسط الوزن بالجرام	
	ذكور	إناث	ذكور	إناث
1. BALB/c	25.67	26.30	24.0	20.8
2. C3H	36.78	35.92	21.5	19.0
3. C57BL	34.30	37.47	21.1	18.1
4. C57BL x C3H	30.94	37.95	22.5	19.8
5. BALB/c x C3H	30.00	30.65	22.8	19.3
6. BALB/c x C57BL	33.10	37.25	23.6	20.6

السلالة	حرارة الجسم °C	كثافة فراء البطن mm ² الشعر	م (cm) طول الذيل	
			تكرار	إناث
1. BALB/c	38.03	31	8.3	8.1
2. C3H	35.95	64	8.4	8.2
3. C57BL	35.55	59	8.0	8.0
4. C57BL x C3H	37.05	63	9.1	8.9
5. BALB/c x C3H	37.29	64	9.0	9.0
6. BALB/c x C57BL	36.98	64	8.9	8.8

المصدر معدل من سيكلوك وباسونز (١٩٧٣) Silcock and Parsons

أفترض هذه الملاءمة فإن كثافة الفراء العالية قد لا يكون لها أهمية بالنسبة لهم . وبالعكس ذلك فإن القيران C3H, C57BL لها حرارة جسم منخفضة وكثافة أعلى من الفراء وخفيفة في الوزن - ففي البيئات الدافئة فمن الواضح أن الحرارة تكون أقل تأكيداً عن البيئات الباردة حيث أنه تحت هذه الظروف فإن هناك توقعاً للانتخاب الطفيف للدرجة حرارة الجسم العالية . ولنا فيبدو أن التفضيل الحراري يتعلق بالشكل الظاهري والصفات البيولوجية المعروفة كالوزن والتحول الهيكلي وحرارة الجسم وكثافة الفراء. والمظهر السلوكي الملاحظ أثناء عملية التفضيل الحراري يظهر انتخاباً مباشراً مما يدل على أن السلوك يكون فطرياً بالضرورة .

وهناك مناقشات في البحوث على دور الذيل كعضو منظم للحرارة . وبيانات السلالات في جدول ٩ - ٧ توضح عدم وجود اختلافات مؤكدة في طول الذيل بين السلالات . وعلى الرغم من ذلك فإنه ينظر إلى الذيل على أنه له وظيفة في تنظيم الحرارة (هاريس وموزنون وفينر Harrison, Morton and Weiner ١٩٥٩) وبيانات سيلكوك

وبارسونز **Silcock and Parsons** (١٩٧٣) وبيانات أخرى منشورة اقترحت الخلاصة بأن طول الذيل قد يكون أهمية أقل في التفضيل الحراري عن المتباينات الأخرى المذكورة هنا . وبالرغم من ذلك فإن هناك اختلافات طبيعية في طول الذيل مثل هذه الفيران غالباً ما تكون في بيئة باردة ولكن ليس دائماً لها ذيل أطول عن تلك الفيران الموجودة في البيئات الحارة (**Berry** يرى ١٩٧٠) .

وتدعم قيم التعلم وبيانات طول الذيل عند الأخذ في الاعتبار بيانات المهجن (جداول ٦ - ٩ و ٧ - ٩) وتحدث ظاهرة قوة المهجن لمقاييس التعلم بين اثنين من الأزواج المهجنة $BALB/c \times C57BL/6$ و $C57BL/6 \times C57BL/6$ ولكل المهجن بالنسبة لطول الذيل . ولا تظهر أى من الصفات الأخرى الملونة بجدول ٩ - ٥ ظاهرة قوة المهجن ولذا فإن الاثنين من الصفات المستتاهة على أساس ترتيب الثلاثة سلالات جديرة باظهار قوة المهجن (والانخفاض في التربة الداخلية) . وقد نوقش أن مثل هذه الصفات تتعلق جزئياً أو كلياً إلى الانتخاب المباشر في اتجاه المهجن (**Mather** ١٩٦٦) وهي صفات ذات علاقة مباشرة نسبياً بالمواقفة . ويكون من الواضح ملائمة الانتخاب المباشر المؤكدة للقدرة السريعة للتعلم بالرغم من عدم وضوحها بالنسبة للذيول الطويلة . وربما يكون طول الذيل يتعرض في وقت واحد إلى انتخاب مباشر وثابت ويظهر هذا الاحتمال في بعض العشائر النباتية : (**Allard, Jain and Workman** ١٩٦٨) والصفات التي لا تظهر قوة هجين أو انخفاضاً في التربة الداخلية قد نوقشت على أنها نسبياً محيطاً لكل مقومات الملائمة وتكون عرضة للانتخاب الثابت . ويكون هناك علاقة واضحة ومباشرة نسبياً لهذه الصفات الأخيرة من التركيب الوراثي إلى المظهر الفسيولوجي إلى السلوك وكذلك قد توجد علاقة ما بين السلوك المظهري والتركيب الوراثي برغم تأكيدنا فالأمر يحتاج إلى دراسة العديد من المهجن للتوافق مع هذا الاقتراح (أو تحوره) وتظهر بيانات أخرى قوة هجين لصفات ذات محتوى تعليمي ويشمل تلك بواسطة **Collins** (١٩٦٤) في إحداث استجابات بالنسبة للتجنب - وبواسطة **واهلسستن** (١٩٧٢) لمراجع كثير من التجارب ولعدد من الواجبات تتراوح من بسيط إلى معقد بواسطة **أنيسمان** (١٩٧٥) ونقتبس عن **أنيسمان** (١٩٧٥) :

تعتبر مظاهر الوراثة ذات طبيعة متوسطة بالنسبة للواجبات البسيطة التي تسيطر عليها والواقف النشطة والمتفاعلة ويزيادة الواجبات تعقيداً بمعنى رتل من الصدمات واحتمالات الاستجابة للصدمة سوف يتغير التوارث كلية في حالة التجنب فقد لوحظ تماماً سيادة تامة بينا في الواجبات التي بها حركة فإنه يبدو أن القاعدة هي السيادة الفائقة .

ويقترض أن واحب الحركة والتجنب يتكون من عديد من الأشكال الظاهرية التي يجب أن تتعاون بالمقارنة بالواجبات البسيطة ويبدو أنها القاعدة في مثل هذه الواجبات المعقدة المشتعلة على التعلم والضعف من التربية الداخلية المتلازم مع قوة الخلط . وايضاح آخر لمثل هذا تلك الصفات التي تظهر قوة خلط فإن هناك ميلا التباينات في الهجن أن تكون أقل عن تلك في السلالة النقية وتبدو هذه حقيقة واضحة لعدد من الصفات السلوكية كما نوقش بواسطة بارسونز (b ١٩٦٧) . ويعنى هذا أن الهجن تعتبر خير موازن عن السلالات النقية نفسها ضد الاختلافات البيئية المتناسقة وغير المتناسقة ويشار لمثل هذه التعادلات على أنها موائمة سلوكية في قسم ٦ - ٢

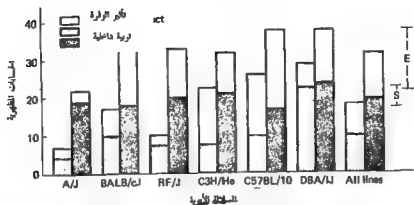
وبالأخذ في الاعتبار البيانات التي تقارن مختلف السلالات في الفيران . فقد وجد رودجرز ومك كليرن Rodgers and Mc Clearn (١٩٦٢) عند اعطاء الفيران فرصة الكحول مختلف التركيزات فإنه يكون ترتيب الثلاثة سلالات بناء على متوسط الاستهلاك اليومي $C57BL > C3H > BALB/c$ ولتأدية التعلم فقد خلص ماك كليرن (١٩٧٢) من الحصر والبحوث أن الفيران $C3H$ تكون عموما منفذات ضعيفة عن $C57BL$ $BALB/c$ في العديد من التجارب ولكن تقوم نسبيا بالأداء الجيد في موقف الهروب من الماء وفي جهاز صندوق التجنب الحركي. ولذا فكما سبق أن ذكر فقد أمكن الحصول على نتائج عديدة متباينة معتمدة على كيفية تقييم التعلم .

وقد أحص ارلنير Erlenmeyer-Kimling (١٩٧٢) البحوث على عدد من السلالات بالنسبة للخبرة المبكرة . فقد وجد أن معدل استجابة السلالة $C57BL$ أكثر عن باقي السلالات في جميع المعاملات مطابقا بذلك الملاحظات التي أبدتها جنزيرج (١٩٦٧) Ginsburg وهندرسون Heenderson (١٩٦٨) وآخرين لخضوع السلالة $C57BL$ للاختلافات البيئية وتظهر السلالة $BALB/c$ عموما استجابة طفيفة بالنسبة للمعاملات المستخدمة بينما تظهر السلالة $C3H$ استجابة وسطية - وليست نتائج السلالة $BALB/c$ مهيرة من النظرة المعروفة عن تردد الالينو بالنسبة لتفاعله مع التغيرات البيئية - أما بالنسبة للسلالات $C3H$, $C57BL$ فإن هناك اختلافات في الخلفية العامة مثل العزل و الوفرة البيئية أو إضاءة القفص قد تكون أقل أهمية عن الأكثر تخصصا واحتياالا لحداث الضرمثل الصدمة اليدوية أو المواد الضارة بالأنف . وقد يكون العكس صحيحا بالنسبة $BALB/c$ ولذلك لتغير تأثيرات الخبرة المبكرة فقد يكون من المحتمل أن نكتب:

$C57BL > C3H > BALB/c$ بالرغم من ذلك فقد أعطت البحوث بعد ذلك انتباها إلى تلك الصفات التي تشتمل ضروريا على التعلم .

بالنسبة للتعليم فقد قام هندرسون **Henderson** (١٩٧٠) بتحليل أخصائى حسائى باستعمال مهمة البحث عن الطعام فى 6×6 من الهجن المتكاملة (ستة سلالات من الفيران و ٣٠ جيل أول هجين) . وقد استعمل يمينتين لإحداهما أقفاص معملية وبيئة خصبة وتبقى قبل الاختبار ٤ أيام ويسمح للفيران بنشاطات حركية بالإدراك الحسى بعكس الأقفاص فالأداء أقل كثيرا عما هو متاح فى البيئة العادية البرية . وحساب معدلات الاختبار فى الهجين فى شكل ٩ - ٣ توضح أن الحيوانات التى تتغذى فى الأقفاص المعملية تماثلها المظهرى منخفض نسبيا بينا الحيوانات القوية التغذية يكون مظهرها طبييا واختلافاتها الوراثية كثيرة . ومن الواضح أن البيئات المحددة تحتزل المظهر لكل المجاميع الوراثية إلى أقل عامل مشترك تحت ذلك للمجاميع القوية - ويدل الشكل أيضاً على وجود ظاهرة قوة الخلط فى حسابات هذه الهجن حيث تكون أكبر غالباً على أنها ليست عالية مؤكداً عن متوسطات الأباء ذات القيمة العالية . ودل التحليل الوراثى لكل توافيق الهجن على وجود سيادة مباشرة قوية كما هو متوقع من الواجب المشتمل على التعلم وكذلك تأثير وراثى مضيف واسع له اعتباره بين الحيوانات القوية بالمقارنة بالحيوانات الموجودة فى الأقفاص . وبوضع الاختلافات البيئية فى الحسبان فإننا نحصل على أرقام للاختلافات الوراثية المضيفية هى ٠,١٣ و ٠,٢٩ واختلافات سائدة ٠,١٣ و ٠,٣٥ . لمجاميع الأقفاص القياسية والقوية على التوالى . ولذا فظهر التحليلات الوراثية المتباينة التأثير المبدئى فى البيئات المحددة بشكل اختزال الأهمية الكلية للتأثير الوراثى . وتدل البحوث الأخيرة أن مثل هذه التأثيرات القوية يمكن أن تتضح من خلال فترة زمنية تكون أقل من ٦ ساعات (هندرسون **Handerson** ١٩٧٣) . وهناك علاقة بين التغيرات فى وزن المخ حيث يكون حجم المخ كبيراً فى البيئات الخصبة . ويوضح التحليل الوراثى السيادة المباشرة المؤكدة فى اتجاه المخ الكبير فى الحيوانات القوية فقط بينا يتضح أنه من باقى الحيوانات هناك علاقة معقدة للسلوك مع التغيرات المظهرية (هندرسون **Henderson** ١٩٧٣) وسوف نعود إلى هذه الطرز المعقدة من التداخلات البيئية الوراثية فى الأبواب الأخيرة ومن الملاحظات المجدية هنا أنه إذا قررنا أن البيئة الخصبة توازن الموقف فى الطبيعة عن تلك البيئة القياسية ولهذا فإن مثل هذه التداخلات قد تكون من الأهمية فى العشائر الطبيعية (مشتملة على العشائر الإنسانية) .

وقد دلت النتائج على وجود عقبة واحدة فى كل أبحاث الوراثة السلوكية على القوارض هى أن التفسيرات ذات الأهمية التطورية تظهر متبوعة بتجمع وتحليل البيانات التجريبية . ويكون من المقنع حقاً أن تبدأ أولاً بالتنبؤ . ولذلك فقط ناقش هندرسون



شكل ٩ - ٣ : حساب المتوسط المظهري لستة سلالات داخلية الفرية وكذلك الجيل الأول F_1 الذي يتغذى في بيئة قياسية (أعمدة رمادية) وأقفاص عينية (أعمدة رمادية وبيضاء) والحفوط المساهلة تدل على استجابة التركيب الوراثي للهجين . في البيئات القياسية (S) والقوية (E) في الأقفاص (عن هندرسون ١٩٧٠) (Henderson)

Henderson (١٩٧٨) أنه بالرغم من أن معظم الدراسات على السلوك الحركي أوضحت وجود وراثة وسطية أو بعض السيادة في اتجاه النشاط العالي ، فأطفال الفيران أقل في العمر من أسبوع يكون لها مدى محدود من الحساسية البصرية والسمعية متلازم مع قلة التوازنات الحركية . ولذلك فإذا أبعدت الحيوانات عن العش فإن هناك معدلات عالية من النشاط الحركي تكون بيئة التكيف . ولذا فالنشاط يكون نتيجة لتحرك الحيوان بعيدا عن العش أو في اتجاهه . فلاحتمال الأول يزيد من فرصة تعرض الحيوان لاعداء الطبيعيين مشتملة حتى على الفيران من العشوش الأخرى . وقلة النشاط مع كفاءة عالية في عملية الاسترجاع الأمي يكون أكثر ملاءمة ولذلك فالمظهر الوراثي للسلوك الحركي في الفيران الصغيرة جدا يتضح أنها سائدة وراثيا مفضلة قلة النشاط ومتلازمة مع قلة في درجة التوريث وهذا بعيدا عن المظهر الوراثي للحيوانات الكبيرة . وباستعمال فيران في عمر ٤ أيام فإن تحليل التلقيح الاختباري الثلاثي (TTC) يعطى (قسم ٦ - ٥) $v_A = 0.0077$ ، $v_D = 0.0034$ ، $v_B = 0.0920$ ، وذلك فيكون معامل التوريث بمقياس الضيق $h^2 = 0.075$ ، ولذا فانخفاض معامل التوريث يتلازم مع المكون العالي جدا في السيادة والذي في حقيقته في اتجاه النشاط المنخفض كما هو واضح ولذا فإن انخفاض النشاط الطفولي يكون من الواضح ملاءمته . بالإضافة فقد اختبر هندرسون (١٩٧٨) بعض الفيران البرية ووجدوا أن النشاط الطفولي يكون أقل من الهجن مما يؤدي إلى اقتراح أن الانتخاب للنشاط الطفولي

المنخفض يحدث في الطبيعة - وأثناء الاستئناس المعملى هذا الانتخاب من المفروض أن ينجزل ولذلك فالنتائج تتفق مع ما يتوقع لصفة سلوكية لها في الطبيعة ملائمة معنوية ولكن أقل في المعمل .

وتتبع تجارب هندرسون (١٩٧٩) Henderson مع الاستجابات الأخرى على أساس فيران عمرها ١٠ إلى ١١ يوم ، فإذا أبعدت هذه الفيران عن العش الأمى إلى مسافة ١٠ إلى ١٥ سم فإنهم عادة ما يعودوا ويزحفوا عائدين إلى العش إذا لم يسترجعوا في الحال . بدليها يصير رجوع الفيران بسرعة إلى البيت العش أقلمه . ويمكن للشم والحرارة والحواس الأخرى أن ترشد الفيران في العودة ولذلك يتوقع للنشاط الحركى الموجه في اتجاه العش أن يكون له مكون سائد معنويا . وبالعكس فإن حركة الفيران للخروج من العش وأن توضع في يفة جديدة كلية فإن العلاقة ما بين النشاط الحركى والملاءمة غير واضحة . وكما علق هندرسون Henderson على ذلك بإنها اختبار صناعى (ليس له معنى) نادر حتى إذا وجد في هذه المواقف التى توجد بها انتخاب طبيعى . ويدل قياس النشاط على وجود نسبة بسيطة من السيادة إلى الاختلاف الوراثة المضيف عن تلك المواقف الأكثر طبيعية .

وأظهرت طرق الحساب الاحصائى (TTC وكذلك هجن التوافق الممكنة) التجريبي (١) سيادة موجهة متعلقة بسيادة فائقة بالنسبة للعودة السريعة الوقتية للعش عند وضع الفيران على مسافة ١٥ سم من العش و (٢) وتباين معنوى وراثى مضيف ولا يوجد تباين سائد عند وضع الفيران في حالة الاختبار الذى « ليس له معنى » في البيئة الجديدة . والاستنتاجات أمكن إثباتها وأوضحت أهمية قياس التباينات في مواقف مهمة بالنسبة للنوع . ولذلك فإنه يبدو أنه من الممكن الآن أن نقوم بعمل استنتاجات دقيقة بالنسبة للتغيرات الوراثة التى تحدث كمحصلة لمقاسات التباين يتشابه والذى قد يتشابه بعض منه مباشرة بالطبيعة .

وبدأت هذه النتائج في اقتراح أن الفأر مرشح لدراسة السلوك الوراثة في العشائر البرية التى توجد في نبات واسعة الاختلاف والأسئلة التطورية التى سوف تواجه في هذا القسم يمكن ارجاعها للطبيعة . وتعتبر تجارب هندرسون Hendrson بداية ممتازة وقد لفت بريول Bruell الانظار لنظم التعدد السلالى والتحت نوع للفأر Musmusculus على مستوى الكرة الأرضية التى تلفت النظر . مثل هذا الاتجاه له إمكانية يمكن الاستدلال عليها من الملاحظات فأر الأبال Peronyscus الذى نوقش في قسم ١٣ - ٣ والذى

يوضح فيه أن الأشكال الظاهرية المختلفة يمكن أن تتلازم مباشرة مع الانتخاب المكافئ .
والجدير بالذكر أن توجه الانتباه لتلك الصفات التي لها أهمية واضحة في مثل هذه
البيئات المنتخبة مثل التفضيل الحراري والبيانات المتعلقة الموجودة في جدول ٩ - ٧
وتعريض مثل هذه الصفات إلى تحليل وراثي دقيق عما ذكر حتى الآن .

٩ - ٤ الفيران : السلوك الذكرى الجنسي

يتعلق هذا القسم بالتحليل الوراثي للسلوك الجنسي في الفأر . وقد وصف ماك جيل
McGill (١٩٧٠) سلوك الذكور بعد وضع الإناث بها الدورة النزوية وذلك بالحقن
الهرمون .

في مجموعة متجانسة من الذكور يمكنها معرفة الإناث التي في الدورة النزوية التي
تواجهها مكرراً كل انتباهه على المنطقة الشرجية التناسلية . وإذا حدث تنبيه جنسي كاف
فإن الذكور تقفز فوق الإناث ممسكة بجانب الأنتى بمخالبها بينما تتجز سلسلة من العمليات
السريعة المتزامنة كدفع الحوض . وغالباً فإن المحاولة الأولى للإيلاج تبوء بالفشل وتسقط
الذكور وتشغل بتنظيف أعضائها التناسلية . وعند نجاح الذكر في المفارقة فإن معدل دفع
الحوض تتناقص بشدة بينما اتساعه يزداد ومتوسط الدفع أثناء المفارقة حوالي واحد -
نصف ثانية ومن السهل إحضاؤها وأثناء عملية الإدخال فإن الذكر يحفظ أحد الأقدام
الخلفية على الأرض ويريح القدم الأخرى على الربع الخلفي للأنتى . وعدد الدفعات في كل
إدخال تتأين من عدد قليل فقط إلى ٣٠٠ أو يزيد وبعد الإيلاج فإن كلا من الحيوانين
عموماً ما يشتركان في تنظيف الأعضاء التناسلية . وهذا السلوك المتتابع من إمطاء
وإدخال ثم تنظيف الأعضاء التناسلية عادة ما يستمر حين قذف الذكر . وأثناء الإيلاج
القذف فإن سرعة الدفع الحوضي تزداد وفي النهاية فإن الذكر عبر بقوة بينما يحافظ على
التغلغل بعمق في الأنتى . وعند هذه المرحلة فإنه يرفع القدم الخلفية الموجودة على الأرض
ليتمكن من الأنتى بالأربعة أطراف . وفي كثير من الأحيان فإن كلا من الحيوانين يسقطان
في جانب واحد . وبعد القذف الذكرى فإن الذكر والأنتى يندمجان في تنظيف الأعضاء
التناسلية .

سجلت البيانات الميدانية في جدول ٩ - ٨ على السلوك الجنسي الذكرى باستعمال
سلالات فائقة DBA/2J, C57BL/6J والجيل الأول وذلك لأربعة عشر قياساً ، معرفة
هنا . وقد وحدت اختلافات جذرية بالاعتبار بين السلالات النقية تختلف المكونات
للسلوك الجنسي للذكر ، ومن الواضح أن توارث السلوك الجنسي ليس بسيطاً حيث
أدت البيانات إلى اقتراح ثلاثة طرق مختلفة للتوارث (١) سيادة تركيب، وراثي أبوي أو

جدول ٩ - ٨ : الوسيط الاحصائي ومسوى المحنوة لثلاثة مقارنات محتملة لأربعة عشر قياسا للسلوك الجنسي الذكرى لثلاثة سلالات من الفئران .

ملاحظات	الوسيط الاحصائي			مسوى المحنوة		
	C57BL/6J	DBA/2J	F ₂	C57 vs. DBA	C57 vs. F ₁	DBA vs. F ₁
1	42	85	42	0.02		0.002
2	400	129	546	0.002		0.002
3	17	5	18	0.02		0.02
4	0	20	0	0.02		0.001
5	23	17	19	0.02	0.02	
6	15	20	19	0.02	0.01	
7	2	0.5	0	0.01	0.001	
8	28	137	42	0.002	0.002	0.002
9	2	7	3	0.002	0.001	0.02
10	1	4	2	0.002	0.02	0.002
11	18	16	7		0.02	0.05
12	16	20	25		0.02	
13	107	179	93			0.02
14	1252	1376	1091			

تعريفات للمقاييس :

- ١ - استعار الامتطاء (عدد الفرائ من استخدام الانثى حتى انتهاء الذكر)
 - ٢ - العدد الكلى للذئع مع الإيلاج الذى يسبق القذف .
 - ٣ - النسبة المئوية لعدد المرات التى يعنى فيها الذكر الانثى بعد القذف
 - ٤ - الوقت الحسى الذى يمسك فيه الذكر الانثى متبوعا بالقذف .
 - ٥ - استراق القذف (عدد الفرائ التى يستغرقها الذكر متبعا بالانثى لحفظها بالتعلق بالمهبل بعد القذف)
 - ٦ - وقت الإيلاج (عدد الفرائ من بداية الامتطاء مع الإيلاج حتى تزل الذكر) .
 - ٧ - عدد الرؤوس المتطوعة خلال السلسلة .
 - ٨ - فترة ما بين الإدخال أو الإيلاج (عدد الفرائ من نهاية امتطاء فرد مع الإيلاج حتى بداية الامتطاء التالى) .
 - ٩ - زمن الامتطاء (طول الامتطاء بالفئران بدون الإيلاج) .
 - ١٠ - فترة الامتطاء قبل الإيلاج (عدد الفرائ من بداية الامتطاء بدون الإدخال حتى إدخال قضيب الذكر لى مهبل الانثى وسنوث أول ذئع بعد الإيلاج) .
 - ١١ - عدد الامتطاعات بدون إدخال للمجموعة .
 - ١٢ - عدد الذئعات التى تؤدى إلى إدخال .
 - ١٣ - كموت الإيلاج (عدد الفرائ من استخدام الانثى حتى تمكين الذكر من الإدخال) .
 - ١٤ - كمون القذف (عدد الفرائ من بداية أول إيلاج حتى بداية القذف)
- المصدر : مك جل McGILL (١٩٧٠) .

آخر (مقاييس من ١ إلى ٤ حيث تكون السلالة C57BL سائدة ومن ٥ إلى ٧ تكون السلالة DBA سائدة) : (٢) غياب السيادة حيث يكون الجيل الأول بين الآباء (مقاييس من ٨ إلى ١٠) و (٣) سيادة فائقة أو قوة هجين حيث يكون الجيل الأول فائق على كلا الأبوين (مقاييس من ١١ إلى ١٤) . وبكلمات أخرى فإن هذا النمط من السلوكيات يتعلق بجماع الذكر ويوجد غط كامل لطرق التوارث . وزيادة على ذلك

فبعد عمل تلقيح مختلف (DBA/2J × AKR/J) فنحصل على نتائج مختلفة لكثير من الصفات . ولذلك فإن طرق التوارث الموجودة تختص بسلالة معينة مدروسة . والتعميم الأكثر قد يكون ممكنا إذا درست عدة سلالات كما يحدث في الهجين المتعدد أو التلقيح الاختبارى الثلاثى البسيط .

وبمناقشة لنتائج فقد علق ملك جيل McGill (١٩٧٠) على أهمية الظروف البيئية حيث أن التزاوج الموصوف في جدول ٩ - ٨ لوحظ وأحصى بينا الأزواج قد وضعت في اسطوانات بلاستيك تحت الظروف الضوئية للحجره . وتحت هذه الظروف فإن الذكور C57BL/6J تزاوجت مع ثلاثة إناث خلال ١٠ ليالى اختبار . وباستعمال الأقفاص الموضوعة في الظلام والتي تماثل إلى حد كبير الوضع الطبيعى الذى تمارسه الحيوانات ويزداد هنا العدد إلى أكثر من خمسة . ويوضح هذا نقطة نقوم بتكرارها - نتائج أى تجربة تختص بالبيئة تم إجراؤها . والتعميمات بالنسبة للتوارث يجب أن تجرى فقط للتجارب التى تقوم تحت ظروف ذات مدى واسع والأخص التى تشمل على البض الذى يتعلق بالموطن في الطبيعة .

وقد أجرى تحليل بيزولوجى إحصائى كامل للسلالتين الأبويتين (الأب الأول) C57BL (الأب الثانى) DBA والجيل الأول والجيل الثانى والهجين الرجعى الأول أى تلقيح الجيل الأول مع الأب الأول $(P_1 \times F_1)$ وكذلك الهجين الرجعى الثانى أى يتلقح الجيل الأول مع الأب الثانى $(P_2 \times F_1)$ والتى يمكن فيها حساب مكونات التباين . وقد اتضح من التلقيحات العكسية أن الارتباط بالجنس أو التأثيرات الأهمية يمكن أن تلعب دورا كبيرا .

كمثال يأخذ مكون الادخال في الاعتبار (مقياس ١٣ جدول ٩ - ٨) فتكون قيم المتوسط التوارثى كالتالى ويتضح بعض مظاهر قوة الهجين كما في جدول ٩ - ٨ . وبين

C57BL(P_1)	DBA(P_2)	F_1	F_2	BC_1	BC_2
151.91	171.02	115.40	123.48	127.87	136.03

التحليل البيو إحصائى أن التحول اللوغارتمى يقدم أحسن مقياس . وتكون مكونات التباين حينئذ كالتالى : التباين البيئى $VE = 0.045$ ، والتباين المضيف $VA = 0.008$. وكذلك التباين السائد $VD = 0.002$ ، معطيا $h^2 = 0.154$ ، ولذا فإنه في الجيل الثانى يكون ١٥٪ من التباين راجعا إلى عوامل وراثية مضيقة ويكون المكون السائد غير ذا أهمية - وقد استخلص McGill ملك جيل أن هذه الصفة يتحكم فيها جينات ذات

تأثير مضيف بالإضافة إلى تباين بيئي كبير . وبتكرار الاختبار استخلص أن التباين البيئي الكبير يرجع مبدئياً إلى اختلافات متخصصة ليس لها موقع تحدث من اختبار إلى آخر بين أفراد الحيوانات .

بالنسبة للكمون القذفي (مقياس ١٤) فإن متوسط الزمن بالثواني كالآتي :

C57BL(P ₁)	DBA(P ₂)	F ₁	F ₂	BC ₁	BC ₂
1368.91	1977.27	1189.82	1204.73	1354.35	1316.94

مرة أخرى يتضح بعض ظاهرة قوة الهجين كما في جدول ٩ - ٨ وأجريت محاولة لايجاد المقياس المناسب وباءت بالفشل ولذلك فقد أجرى التحليل على البيانات الخام . وقد اعطت حدود H^2 ما بين ٠,١٥ إلى ٠,٢٥ والتي تماثل تلك الخاصة بالكمون الايلاجي . ومرة أخرى يوجد اختلاف كبير يرجع للاختلاف داخل الحيوان من اختبار لآخر ويكون من المعقول ارجاع معظم التباين إلى الاختلافات في السلوك للأنتي لكلا من الكمون الايلاجي والقذفي وبالرغم من المحاولات التي أجريت للتحكم فيها . ومن العوامل البيئية المحتملة والتي تشتمل على الضغط الجوي وحدائه التغذية أو الشرب ووقت الاختبار أثناء اليوم (Circadian rhythms) والتداخل مع ذكور أخرى قرب إجراء التجربة .

بالإضافة إلى الاختلافات بين الإناث . وفي كلا المثالين المتناقشين يكون التباين المضيف أكبر من التباين السائد $V_A > V_D$ ولذلك فإذا أجرى انتخاب مباشر فإنه يتوقع استجابة موجبة ولكن الاستجابة تكون بطيئة وذلك لتباين البيني الكبير .

٩ - ٥ الفيران : صفات ذات أساس فسيولوجي واضح

وجود نوبات مرضية سمعية *audlagic seizures* هي سلسلة من التفاعلات النفس حركية بالنسبة للإستجابة للكثافة الصوتية لجرس الباب الكهربائي (الكثافة + ٩٠ ديسيبل) بمسافة ١٢ إلى ١٨ بوصة . وتتكون الأعراض المترامنة الكاملة (شلنجر وجريك Schlesinger and Griek ١٩٧٠) من (١) فترة إستار حيث تختلف في وقت إستغراقها والتي في أنثائها قد يحجم الفأر بينما يتظاهر بالإستجابة للإصغاء أو أنه يظهر أن يتجاهل الإستجابة بينما يفطر في الغسل والتنظيف (٢) والجرى بحالته البدائية يتصف بالجرى المسعور على طول محيط الصندوق (٣) اضطراب عنيف لإرتجاف حيث يسقط

الحيوان في أثنائه على جانبه بينما يرفع أرجله الخلفية حتى تصل إلى ذقنه (٤) نوبة توترية في أثنائها تمتد الأربعة أرجل بما يشبه الذيل أو ذيلايا . و (٥) الموت نتيجة فشل في التنفس . ويمكن ملاحظة الاختلافات في هذه المظاهر وقد يتفاوت الفترة التي يستغرقها الإستمرار بدرجة كبيرة . وطور الجرى البرى والتي من الواضح تباينها بالنسبة للنوبات المرضية السمية عن المظاهر الأخرى لحالات التقلص التشنجى قد يصاحب هذا تغيرات في طريقة العدو حيث يظهر كسلسلة من الخطوات المكبلة . وعندئذ قد تنتهى بدون تتابع لنوبات الإرتعاش . وقد تكون أولا تكون النوبات التوترية ممتدة وقد يموت أو لا يموت وذلك عن طريق الإنعاش الصناعى . وبالرغم من ذلك فقد يتصف وجود أربعة أطوار متباعدة محدد له أنفا على أنه نوبة مرضية سمية .

وقد أدى الإهتمام بالنوبات المرضية السمية في نشر العديد من البحوث على مدى ٤٠ سنة الأخيرة وربما يرجع ذلك لإحتمال أن النوبات المرضية تنحصر بنموذج عدم الإنتظام في الإنسان مثل الصرع . وينبى أن تثبت أو تؤكد ذلك . ومن المعلومات ذات الأهمية للسلوك بالنسبة للوارثين ما هو موجود في فولر و ثوميسون **Fuller and Thompson** (١٩٦٠، ١٩٧٨) وشزليزنجير وجريك **Schlesinger and Grik** (١٩٧٠) . وكانت معظم البحوث السابقة قبل ١٩٤٧ منشورة في مجلات علم النفس ولكن حاليا زال هذا الإتجاه . والتغيرات الأخرى المصاحبة كما ذكر في فصل ١ تمثل في البعد الواضح عن الإعتماد الكامل على جززان العمل كحيوان تجارب . وبالفعل فإن معظم البحوث الجارية حديثا على الفئران . وقد اعتبر شزليزنجير وجريك **Schlesinger and Grik** (١٩٧٠) أن معرفة النظم الخاصة بالكيمياء الحيوية والوراثة والفارماكولوجى وعلم النفس وعلم الإجتماع مهم جدا في دراسة النوبات المرضية السمية .

وقد درس كولمان **Coleman** (١٩٦٠) الفئران ذات التركيب الفاتح (dd و dd) والتي لها فراء فاتحة اللون حيث يقدم التركيب الوراثى الأساسى للتأثير المظهرى المنظور . حيث يكون لهذه الفئران بداية منخفضة من النوبات المرضية السمية عن الفئران العادية وزيادة على ذلك فإن الفئران الفاتحة **dilute** بها فقط نسبة ١٤ - ٥٠٪ زيادة من الفئيل آلانين هيدروكسيلاز عن الفئران البرية الغير فاتحة . والاهتمام الخاص بهذا الإنزيم يرجع إلى حقيقة أنه يحول الحمض الأميى فئيل آلانين إلى بترولين وهو الإنزيم الغير موجود في إنسان الفئيل كيتونيوريا

إن نقص الإنزيم في الفئران الفاتحة أولا هو جزئى والنشاط المتبقى يكون كافيا للتحويل

الغذاء للفئيل الآئين بطريقة مناسبة وتربية الفيران الفاتحة على الغذاء المناسب داخل المعامل لا يؤدي إلى وجود زيادة في الفئيل الآئين . وثانيا فإن النقص في الفيران الفاتحة لا يبدو مرجعه إلى فشل في إنتاج الإنزيم حيث أنه يوجد نشاط إنزيمي في أجزاء الرائق من كبد متجانس بعد الطرد المركزي وتطبيق ذلك في الفيران الفاتحة *delute* أن موانع الفئيل الآئين هيلرو كسبلار متعلقة بالميتوكوندريا (أعضاء تحت خلوية) . فعند التغذية على طعام يحتوي على زيادة من الفئيل الآئين فإن الفيران الفاتحة تفرز هذا الحمض الأميني ببطء شديد عن الفيران الغير فاتحة ، وتحت ظروف الطعام الطبيعية فإنها تفرز نواتج تنولية غير طبيعية معينة للفئيل الآئين مثل خلايا الفئيل الحامض حيث وجد أن خلايا الفئيل الحامض تمنع التفاعلات الخاصة بنزع مجموعة الكربوكسيل في عدد من الأنسجة ومن المحتمل أن تنقص الفيران الفاتحة في نواتج معينة للتفاعلات الخاصة بنزع مجموعة الكربوكسيل . وبالتحديد فإنه من المحتمل أن يكون النقص في هذه الحيوانات خاص بالمواد العصبية الناقلة GABA (الفا أمينوبوتريك اسيد) و NE (نور يفرين *norepinephrine*) وكذلك SHT (٥ هيلرو كسي تريتامينوتسمى أيضاً سروتونين) في المخ وأن النقص في أمينات المخ تؤدي إلى الدوبات المرضية في الفيران الفاتحة . (والناقلات العصبية *Neurotransmitters* عبارة عن مواد كيميائية تعمل وسيطا في نقل النبضات العصبية) . ولذلك فيعتبر نولر ونغسون (١٩٧٨) أن مادة سروتونين لها دور مهم . وكما وضع يشر لشلزنجر وجريك (١٩٧٠) *Schlesinger and Grik* بأن هناك احتياج لعدة افتراضات إذا كانت الاقتراحات السابقة سوف تؤدي إلى نموذج عمل . ويجب أن يقرر أن المواد NE, GABA وكذلك SHT تقوم بفعل مانع على الجهاز العصبي المركزي وأن الكمية الموجودة من الفئيل استك أسير في الفيران الفاتحة تمنع عملية نزع مجموعة الكربوكسيل *decarboxylation* . ولازالت هناك بعض العقبات التي تتعلق بذلك ولكن شلزنجر وجريك *Schlesinger and Grik* وضعوا في الاعتبار نموذج العمل كسبب معقول . وبصرف النظر عن الموقف النهائي فإنه من المناسب أن يكون هناك تلازم أساسي أو جوهري بين الجينات والكيمياء الحيوية والعمليات الوظيفية الحيوية والسلوك .

تعتبر السلالة النقية DBA/2J أنها فاتحة *dilute* وراثيا . واستنتاجا فإن الفيران DBA تكون حساسه للنواتب المرضية السمية بينما لا تكون كذلك الفيران C57BL/6J وتكون فيران الجيل الأول وسط بالرغم من أن شكلها الظاهري أقرب إلى الأب الغير مصاب . ويعتبر العمر أيضاً أحد العوامل الرئيسية في الإصابة بالنواتب المرضية . وفي

عمل مسح (شلنجر وجريك ١٩٧٠ Schlesinger and Griek) وجد أن الفيران DBA عند عمر ٢١ يوم تصاب بنسبة ٩٠٪ (كما اتضح من التحليل النوبات التشنجية الارتعاشية) وعند عمر ١٤ و ٢٨ يوم كانت النسبة ١٣٪ . بينما تكون الفيران C57BL مقاومة لمثل هذه النوبات في كل الأعمار وفيران الجيل الأول يكون له مظهر إنمائي مماثل للفيران DBA . وتوازي هذه النتائج ما سبق تقريره في أعمال أخرى (مثل . فولر وشمسون ١٩٦٠ ، ١٩٧٨) وتبين المعامل المختلفة في تحديد مستهل العمر موضحة أهميتها على أنها عامل يثنى غير مختص مثل الطعام وحالة الايواء ودرجة الحرارة والرم الومي كل ذلك قد يتداخل مع عوامل وراثية لاعطاء اختلافات طفيفة في المظهر الإنمائي ويعتبر ، الجزء الأول من الحركة السمعية مهم للتأثير البيئي فقد وجد هنرى (١٩٦٧) Henry أن الفيران المقاومة C57BL تعتبر قابلة جناً للإصابة بتعريضها لدق الأجراس في عمر ١٥ إلى ٢٤ يوم و اختبارها ٣ أيام بعد ذلك وقد امتدت الملاحظات لفولر وكولنز Collins, Fuller (١٩٦٨) على سلالات فأر أخرى . وبعبارة عن الصيغة الأولى السمعية فقد اختبرت الفيران المدروسة في عمر ٣٠ يوما والتي يظهر فيها أوضح اختلافات DBA, C57BL .

وقد اختبرت هاتين السلالتين للنوبات المرضية التي تحدث عن الدواء متراوول وكذلك للنوبات التشنجية الكهربائية . وفي كلتا الحالتين تكون السلالة DBA أكثر قابلية للإصابة مؤدية إلى اقتراح أن هذه السلالة المعينة تكون ببساطة أكثر إصابة بالنوبات المرضية بصرف النظر عن وسائل الاستحداث . وبالاتفاق مع الافتراض التحول التي ذكر آنفاً فقد وجد انخفاض داخلي لمستوى الناقلات العصبية NE, SHT في الفيران DBA وزيادة على ذلك فإنه عندما يستنزف NE, SHT بواسطة الأدوية التي تستنفذ أمينات المخ تزداد القابلية للإصابة السمعية والاستحداث المتروولى والكهربى للنوبات المرضية . وعلى العكس من ذلك فإن زيادة مستوى BE, SHT أو GABA تمنى الحيوانات . والخلاصة العامة أن الأجهزة العصبية للفيران DBA متبانية في درجات الاثارة . (ويجب أن نلاحظ أنه عند اختلاف مجموعة السلالات فقد وجد كاستليون وسونيجارد وكذلك جودمان Castellion, Swringard and goodman ١٩٦٥ عدم وجود علاقة بين بداية التشنج الكهربائى وبين القابلية للإصابة بالنوبات المرضية السمعية) وأعمال آخر على مستوى التأثير الوراثى للعقار أمكن تقريرها بواسطة ماكسون وكون وسنر Maxson, Cowen, and Sze (١٩٧٧) مقترحا أهمية الكروتكوسرويد لوجود النوبات . ومهما تكن الخلاصة فيجب أن نقرر وجود دليل

على حالة سلوكية مظهرية ترتبط بحالات فسيولوجية معقدة نوعا . والاعتبارات المماثلة أو المشابهة في الإنسان سوف تناقش في قسم ١١ - ٨ على الصرع .

ويحتاج الموقف الوراثة إلى دراسة مستقبلية حيث ناقش شلزنجر وجريك *Schlesinger and Grik* أن الموقع الفاتح *dute* قد لا يكون ذا تأثير مباشر ولكنه مجرد ارتباط تام . والأدلة أمكن الحصول عليها من شلزنجر والستون ولوجان (١٩٦٦) حيث أمكنهم الحصول على طفرات جين مفرد للتلوين الكامل للفراء في سلالات DBA/2J وفي تلك الفئران فإن وجود التركيب الوراثة Dd أو DD في أرضية الفئران DBA فإن موقع الفاتح لا يؤدي الكثير إلى القابلية للإصابة بالنوبات المرضية . ولكن لنزدى وآخرين (١٩٧١) أوضحوا عدم وجود افتراضات يمكنها أن ترجع للجين المفرد لهذه البيانات وبالتالي فيجب أن نتطلع إلى أعمال في المستقبل . وفي الواقع فلدى فولر *Fuller* بيانات تجريبية للهجين بين السلالتين النقيتين متبوع بتلقيح رجعي متكرر للسلالة C57BL والتي من الواضح مناقشتها على تحكمها بتعدد جيني (فولر ونمبسون *Fuller and Thompson* ١٩٧٨) .

جدول ٩ - ٩ : نسبة الكحول المطلق المستهلكة أسبوعيا بالنسبة لجموع السوائل في ٣ أسابيع لأربعة سلالات نقية من الفئران .

الأسبوع	السلالة			
	C57BL	C3H/2	BALE/c	A/3
1	0.085	0.085	0.024	0.021
2	0.083	0.066	0.019	0.016
3	0.104	0.075	0.018	0.015

المصدر : ملخص من روجرز ومك كليرن *Rogers and McClearn*

وكمثال آخر لصفة ذات أساس وظيفي فيؤخذ في الاعتبار قبول ولفظ الكحول . ويبدو أن أحسن بحوث منشورة حديثة في لنزدى وآخرين *Lendzey et al* (١٩٧١) وبالأخص بالاشارة للفئران بالرغم من أن الدراسة اشتملت أو أجريت على الجرزان والإنسان ومثل جميع الصفات التي نوقشت سابقا فقد أمكن تقرير اختلافات بين سلالات الفئران . وبإعطاء حرية الاختبار لشرب سائل فإن بعض السلالات (مثل C57BL/6J) تفضل الكحول بينما الأخرى (مثل DBA/2J) ليست كذلك . وفي سلسلة واحدة من التجارب على أربعة سلالات نقية (رودجرز ومك كليرن *Radgers*

and McClearn ١٩٦٢) من الفيران يقدم لهم في وقت واحد للاختبار أو التفضيل ماء وستة محاليل كحولية من نسبة ٢,٥ إلى ١٥ . ونسبة السائل المستهلك أسبوعياً أى الكحول موجودة في جنول ٩ - ٩ ويقدم ذلك منها واحداً يمثل التفضيل الكحول لكل سلالة على أساس أسبوعي . وأن معدل استهلاك الكحول للسلالات الأربعة تكون بالترتيب $A/3 > BALB/c > C3H/2 > C57BL$ أما بالنسبة للسلالات $C57BL$, $C3H/2$ فإن نسبة استعمال الكحول يزيد على مدى ٣ أسابيع أسابيع ، مع تفضيل ملاحظ بالنسبة للكحول ١٠٪ في الأسبوع الثالث في السلالات A/B , $BALB/c$ يكون هناك تقدماً مطرداً في اختزال استهلاك الكحول والزيادة في تفضيل استعمال الماء ولذا فإنه في السلالات المختبره فإن الرغبة في استعمال الكحول إلى الزيادة يتعلق إيجابياً بالتفضيل الأولى . وأى تحليل للتباين بالنسبة للجزء المستهلك من السائل (الذى هو الكحول) يوضح وجود تأثير معنوى عال بالنسبة لسلالات مختلفة (تراكيب وراثية) . ومن الواضح أن التفضيل الكحول يكون تحت تحكم وراثى ولكن يعتمد أيضاً على البيئة وفى هذا فإن التباين في التفضيل يتبع الفترة السابقة للاستهلاك . وقد أوضح تكمان ولارو وكذلك لى مجن *Nachman, Larue and Le Magnen* (١٩٧١) أنه بإزالة البصيلات 'لشمية' فإن ذلك يحدد كراهية الكحول في السلالة BAB/c ولكن لا يظل ذلك تفضيل الكحول في سلالة الفيران $C57BL$. وهذا مع الملاحظة بأن الفيران $BALB/c$ يبدو أنها تتجنب الكحول وقتياً بدون خبرة سابقة مما يؤدي إلى افتراض بأن الفيران $BALB/c$ تكون أكثر استجابة للكحول عن الفيران $C57BL$ كمستقبلات حسية .

ومن وجهة النظر الوظيفية فإنه يبدو أن هناك علاقة بين الاختلافات في انزيم الكبد كحولاً دى هيدروجينيز (ADH) وتفضيل الكحول ولو أن هذه العلاقة تنهار أو تتلاشى في نسل الجيل الثانى لمجين بين سلالة أعلى تفضيل $C57BL$ والأقل DBA من الفيران (مك كليرن ودفرنر *McClearn and DeFries* ١٩٧٣ ويشترك الكحول دى هيدروجينيز ADH في الخطوة الأولى من التحول . الغذائى للايتانول إلى استالدهيد ولذلك فقد تكون ذات أهمية بالغة . ومعظم البحوث قد تركزت على ADH (لنلرى وآخرين *Lindzey* ١٩٧١) ولكن حالياً اتجهت الأنظار إلى الانزيم الخاص باكسدة الاستالدهيد المعروف باسم الدهيد دى وهيدروجينيز (ALDH) . والانزيمان يعملان معاً في تحليل الايتانول في دورة حامض الستريك وقد يكون $ALDH$ ذا أهمية خاصة حيث تختلف السلالات التي تشرب أو لا تشرب الكحول بكمية تزيد عن نسبة ٣٠٠ لهذا الانزيم . ونقطة أخرى ات فاعلية مؤكدة هي الملاحظات على أن الاستالدهيد له تأثير مانع قوى على التحول

الغنائى فى المخ وذلك للتداخل مع الانزيمات التابعة لأمينات الكاينيسكول Catecholamines (ناقل عصبي خاص - أمين عطري) (إريكسون Eriksson ١٩٧٣) . وبالتأكيد فإن التفاعل السمعى يبدو أن له علاقة باستهلاك الايثانول . وطبيعيا فإن الفيران المقاومة يمكن أن تصاب بالنوبات المرضية السمعية بامتداد التعرض للايثانول مبكرا فى حياتها (ياناي وجنزبرج Yanai, Sze and Ginsberg ١٩٧٥) وسوف تنتظر باهتمام العلاقات المستقبلية للوراثة والكيمياء الحيوية والوظائف الحيوية والمكونات السلوكية لكل من تفضيل الكحول والنوبات المرضية السمعية وبالأخص كما قد يكون هناك ارتباطات بين الأشكال الظاهرية السلوكية من خلال أمينات المخ .

٩ - ٦ القواض الأخرى

ولم حد بعيد فإن هناك أعمالا كثيرة قد قدمها علماء علم النفس على الجرذان وبالأخص الجرذ الترويجي المعروف باسم *Rattus norvegicus* . وفى الحقيقة كما أوضح بيتش Beach (١٩٥٠) (فصل ١) فإن الاتجاه فى المجالات الأمريكية المتخصصة فى علم النفس المقارن بهدف تقليل عدد الأنواع المدروسة فى فترة ١٩١١ إلى ١٩٤٨ وبالأخص الثدييات التى تحمل محل اللاقاريات ومن الثدييات التى لها انتشار واسع الجرذ الترويجي . وأكثر قليلا عن ٥٠ فى المائة من المقالات تحتص بالتكيف والتعلم وحوالى من نسبة ١٥ إلى ٢٠ بالنسبة للانعكاسات ومظاهر التفاعلات البسيطة والمقدرة الاحساسية . وأشكال أخرى من السلوك مثل السلوك الإنتاجى والتفاعلات العاطفية والسلوك الاجتماعى والتغذية والمواطنة عموما كانت أقل فى معدل دراستها . ولذلك فليس بمستغرب أن جزء من هذه المحاضرات يتلائم مباشرة مع الحد الأدنى للوراثة السلوكية حيث يعتمد دراسوا الوراثة السلوكية على المقارنة داخل وبين الأنواع والسلالات . بالإضافة فإن التركيز على التكيف والتعلم يكون على الأصح مفيدا .

ويحفظ هذه التعليقات فى الذاكرة يمكننا الرجوع مرة أخرى إلى تجارب الملازمة . فقد قرر تولمان Tolman (١٩٢٤) نتائج أول تجربة انتخابية فى تعلم الجرذان فى شبكة الممرات المعقدة وتتكون عشيرة الأساس من ٨٢ جرذاً أبيض من أصول خليطة . ومن هذه العشيرة - تسعة أذكىاء وتسعة أخرى « قليلة النشاط أو أغبياء » وتهجن الأزواج للحصول على الجيل الأول المنتخب وينتج الجيل الثانى المنتخب بانتخاب تالى بين الأذكىاء والأغبياء . ونجح الانتخاب فى الجيل الأول ولكن أقل من ذلك فى الجيل الثانى واقترح تولمان Tolman أن التعارض قد يكون نتيجة لعوامل بيئية عرضية . والمشكلة

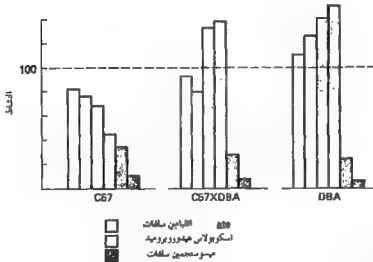
العامه مهما يكن لم يتَّحَلَّ عنها . فقد نشر تريون **Tryon** نتائج الانتخاب في ثمانية أجيال للقدرة على تعلم شبكة الممرات المعقدة . وقد ريست جردان ولو حظت على أساس عدد الأخطاء التي تقع فيها أثناء التعلم في شبكة T عديدة الممرات . ومرة أخرى فإن عشيرة الأساس هي عينة خليطة من الجرذان . وبالوصول للجيل الثامن لم يتداخل الذكاء أو الغباء ولذا فبعد ذلك تظهر استجابة ضحلة أو مهملة ولم تشمل الدراسة بعد على تحليلات وراثية حساية مستفيضة بالرغم من قيام برودهرست وجنجر **Broodhurst and Jinks** (١٩٦٣) أخيراً بحساب القدرة التورثية بمعناها الواسع على حوالى نسبة ٤٠٪ باستعمال الجيل الأول F_1 والثاني F_2 للتهجينات بين السلالات المنتخبة . والبيانات إلى حد ما غير مقنعة بالنسبة للتحليل الحسائي كما وجد تدخل معنوي للبيئة والتركيب الوراثي والتي لا يمكن قياسها وقدمت مناقشات إضافية قدمت بالنسبة لتجربة انتخاب تعلم الممرات مختلفة طرق التنفيذ بواسطة فوللر وthumbson **Fuller and Thompson** (١٩٦٠) مشتملة على تجارب مسالبة النتائج .

وشكل آخر للسلوك (حالياً يتعلق بالفيران) وهو الاستجابة لحالات التجنب والتي
 لها مكون تعليمي أمكن دراستها مقلدة في الجرذان . وقد قام بجنامي **Bignami** (١٩٦٥)
 بانتخاب ناجح لهذه الصلدة موضعاً تحكمها وراثيا . وقد وجد ساتينلرز **Satinder**
 (١٩٧١) اختلافات وراثية بين أربعة سلالات منتخبة نقية من الجرذان لتجنب
 الحرب . وكان الاهتمام خاصاً بمعرفة أن السلالات تختلف في الاستجابة بالنسبة للأدوية
 د. امفيتامين سلفات **d. amphetamine sulfate** والكافين - وتداخل وراثي يبيى من نوع
 معين - وهذه المجالات يجب أن تدرس تماماً بهدف اختبار مدى تأثيرات الأدوية
 والعقاقير على السلوكيات لختلف التراكيب الوراثية (انظر الفصل التالي) .

ولبعض الصفات القليلة الأخرى في الجرذان . هناك دليلا على وجود تحكم وراثي أما من التهجينات بين السلالات النقية أو من تجارب الانتخاب . ومن العمل الذي قام به برودهرست Broadhurst على الارتداد في الجرذان كقياس للعاطفية أو الانفعالية والمتغيرات المتعلقة بذلك والأخص مقدار النشاط حد نوقشت فعلا عندما انتخب رندكويست Rundquist (١٩٣٣) بنجاح سلالات نشطة وأخرى غير نشطة على أساس نشاطه في الدوران للاسطوانة . وعموما فإن البيانات تجب وجود تداخلات عاملية متعددة بالنسبة للأساس الوراثي لهذه الصفات . وأخيرا كما هو في الفيران فإن تأثيرات عديدة للجين الكبير قد وصفت في الجرذان (سردت بواسطة ولكوك Wilcock ١٩٦٩) ولكن لم تظهر أى أساسيات جديدة . وينظمن معظم هذا العمل الجينات

الكبيرة للصيغ . وحيث أن السلوك متماثل أو متشابه لتلك التي وصفت للفيران فإن المناقشة المفصلة لم ترد هنا .

ومن المناسب التجربة على خنازير غينيا . حيث درس جوى وجاك واى Goy and Jakway (١٩٥٩) وكذلك جاك داى Jakway (١٩٥٩) السلوك الجنسي فى سلالتين نقيتين وكذلك الأجيال F_1 والثانى F_2 والرجعى مع الأب الأول BC_1 والرجعى مع الأب الثانى BC_2 . وبالنسبة للإناث فإن الاستجابة لهرمونات الأنثى أمكن تحديده بأربعة مقاسات سلوكية استبطلت تجريبيا وذلك باختبار انحناء العمود الفقري للأمام (نفوس الظهر) قبل عملية الجماع . أما بالنسبة للذكور فقد استعملت الإناث الموجودة فى الحرارة كاستميلات وأخذت قياسات السلوك الجنسي . وقد وجد بردهرس وجنكنز Broadhurst and Jinks (١٩٦٣) صعوبات لعمل مقياس للكل ولكن لتيانين - عدد مرات الامتناء الذكري التى تقوم بها الانثى أثناء الدورة النزوية وعدد مرات إدخال العضو الذكري بالذكر وحساب معامل التوريث يقع ما بين ٠,٥ إلى ٠,٦ هاتين الصفتين وهناك مكون سيادى ملحوظ لكلا الصفتين وقد وجد ظاهرة قوة الهجين بالنسبة لمقاسات لنشاط الذكور المستملة على معدل الإدخال وعدد مرات



شكل ٩ - ٤ : محور النشاط الاستكشافى (معبرا عنه بالنسبة المثوية للمعوى المقارنة) فى سلالتين من الفيران والجيل الأول الهجين . سلالات أميتلين (١٠,٠٠,٠٥٥) مليونجرام/كيلو جرام (سكوبولام هيدروبروميد ٢,٥ و ٥,١ مليونجرام/كيلو جرام) والقيسوستجين سلالات (١٥,٠٠,٣٠٠ مليونجرام/كيلو جرام) حققت قبل ٣٠ دقيقة من الاختبار ومثل الجرعة المنخفضة والعالية لكل عقار بالعمود اليسار واليمين على التوالي . وكل عمود يمثل متوسط الهجين فى صندوق ١٥ لكل ١٥ فأر (عن أوليفيرو Olivero ١٩٧٥) .

القذف . في الجرذان دويس يورى (١٩٧٥) عمل تمهينيات في جميع الاتجاهات ٤ × ٤ محتوى السلوكى للجماع . وقد وجد سيادة مباشرة لسرعة الجماع وكذلك للقذف بعد مدة قليلة من الانقطاع والإدخال . ويعنى هذا أن البيانات تتوافق مع التوقعات المعتدلة مع أنها حالة ملائمة لتأكيد انتقال الحيوان المنوى إلى الانثى .

والخلاصة الأساسية تكون متوازية مع النتائج في الفأر . فمعظم الصفات السلوكية الكمية في القوارض الأخرى يتحكم فيها العديد من العوامل كما يتضح بالنسبة للاختلافات بين السلالات ونتائج تجارب الانتخاب . ولهذا السبب فإن نتائج مثل هذه البحوث المستفيضة ليست ضرورية . ومن سمات الفيران كحيوان تجارب أن لها دورة حياة قصيرة وكذلك خريطة كروموسومية معروفة جيدا عن باقي القوارض ومن الواضح أن تحليل الوراثة السلوكية للفيران سوف تسير بسرعة بالرغم من أنها بدأت مؤخرا عن تلك بالنسبة للجرذان .

٩ - ٧ الوراثة النفسية لاستعمال الأدوية

والمناقشات في القسمين الآخرين أدت إلى اقتراح أن هناك اتجاه واحد للأساس النفسى للسلوك في اتجاه لتأثيرات العقاقير والتأثيرات المتباينة على مختلف التراكيب الوراثية ويشار إلى هذا المجال الوراثة النفسية للعقاقير *Psychopharmacogenetics* (الفثريو) *Eleftheriou* ١٩٧٥ فإذا كان من المقرر أن عمل العقار يكون بالتأثير على بعض الخطوات في التحول الفدائى وحيث أنه من المحتمل أننا نتعامل مع بعض أنواع المحورات لهذه الخطوات التحولية مما يؤدي إلى تأثير سلوكى . ويتوقف درجة التحور جزئيا على التركيب الوراثى . والاختلافات الفردية الواسعة بالنسبة للاستجابة للعقاقير موجودة في الإنسان وكذلك في الحيوان (مير *Meer* ١٩٦٣) . وتظهر السلالات المختلفة للفيران اختلافات في وقت النوم بالنسبة للجرعة المعطاة من الهكسوباربيتون . وتوضح تجارب نيكولز وهيسو *Nicholls and Hsiao* (١٩٦٧) القرية من هذه النتائج أنه يمكن عمل انتخاب سلالى للقابلية لإدمان المورفين مثل « الشخصية المدمنة » ففى الفيران فإن حساب معامل الذكاء بالنسبة للقابلية لإدمان المورفين تكون عالية جد (أوليفريو *Oliverio* ١٩٧٥) على أساس تحليل يولوجى حساسى بين السلالتين (النقيتين *C57BL* / *CBA/Ca*) . ففى بعض السلالات الناتجة عن الانتخاب للصفات السلوكية في الجرذان فقد أوضحت العديد من العقاقير أن هناك تداخلات سلالية . عقاقيرية . (بروهرست وواتسون *Broodhurst and Watson* ١٩٦٤) .

وليس من المستبعد توقع تداخلات بين العقار - التركيب الوراثي فكتيرا ما يدعم ذلك بالمستندات فبأخذ الفيران C57BL, DBA أمكن أوليفريو **Oliverio** (١٩٧٤) أن يناقش تأثير العقارات المنبهة للعصب الثمبتاوى مثل امنيتمين وكذلك الاسكوبالامين وكذلك العقار الخاص بالعصب البارائمتاوى فيسومتجين على استكشاف النشاط (شكل ٩ - ٤) العقار امنيتمين يقلل النشاط فى السلالة C57BL × DBA, C57BL فى الفيران ولذلك فالسلالة DBA سائدة على السلالة C57BL . أما بالنسبة للعقار سكوبالامين فتكون السلالة C57BL متنتحة للسلالة DBA . والفيسوسجيمين يقلل استكشاف السلوكى فى جميع السلالات . ويتوقف ذلك على أدلة أخرى توضح أن السلالة C57BL, DAB من الفيران تختلف فى النشاط وقد يرجع ذلك إلى نشاط العقارات المركزية فى الاتجاه المعاكس . ومن المحتمل أن الاختلافات فى النشاطات لسلالات الفأر تكون على علاقة بالتنوع فيما بين المواد الكيميائية الخاصة بالأعصاب كما هو مقترح بالمناقشة على النوبات المرضية السمعية والتفضيل الكحولى لنفس السلالات فى قسم ٩ - ٥ .

وأخيرا وتقييم معنى الوراثة النفسية لاستعمال العقار فإن القليل من التباينات المسؤولة لمعرفة المواد الحلوة والملحة والمرة فى عشارئ الثدييات يمكن أن تؤخذ فى الاعتبار . فى الفيران فقد وجد راميرزوفولر **Ramirez and Fuller** (١٩٧٦) معامل للتوريث منخفض إلى عال بالنسبة لاستهلاك السكرين والسكروروز وقد اشاروا إلى الدراسات التى تظهر اختلافات واسعة بين الأفراد بالنسبة للاستجابة للمذاق الحلو فى الفيران والجردان والماشية وكذلك الخنازير . ومن المعروف جيدا التعدد المظهري للمذاق فى الإنسان عادة PTC (قسم ٢ - ٣) وتحدث أيضاً فى الرئيسيات الأخرى غير الإنسان (قسم ١١ - ٥) وبالإضافة فإنه توجد اختلافات واضحة بالنسبة للحساسية للمذاق المر للسلالات النقية من الفيران (كلين ودفريز **Klein and Defries** ١٩٧٠) والتى من المحتمل أن تحكم فيها موقع جسمى وحديثا جدا أوضح توباش وبلين وداس **Toback** **Bellin and Das** (١٩٧٤) اختلافات فى الحساسية لثلاثة سلالات من الجردان لكل من PTC والذى يعتبر نسبيا سام وكذلك للمضاد الحيوى سيكلوهكسيميد (CH) كإنتاج قوى لاتحاد الحمضى الامينى البريوسومات . وأوضحوا أن الجردان **Wistar and Long Evans** يمكنها أن تستوعب تركيزات من PTC بتركيز مليمور و CH بتركيز 0.2mm بينما الجردان الفاون هودد **Fawn hooded** ليس عندها المقدرة فى اكتشاف م/مولر PTC وتميز أولا CH عند تركيز ١,٥٠ μM . بكلمات أخرى فإن الجردان الفاون هودد **Fawn hooded** تكون غير عادية فى نقص القدرة على التلوق .

وتدل الأمثلة القليلة الواردة هنا أو في مكان آخر في هذا الفصل القوة المحتملة من الاقتراب من الوراثة النفسية عند استعمال العقار لعلم التشويش أو الأخطاء في خطوات من الجين إلى الوظيفة إلى السلوك وهذا الاتجاه ذا قيمة مرجوة وخصوصا للسلوكيات ذات المكونات التعليمية وذلك لاحتالات وجود تفسيرات واضحة بخصوص تأثير العقار على التعلم في الإنسان . وبالرغم من إمكانية عمل تفسيرات بين الكائنات يحرص فإن هناك تشابها في نظم التحول الغذائي الأساسية بين القوارض والإنسان . وتعالج حاليا كثيرا من الحالات السلوكية في الإنسان بالعقاقير وبالإضافة فإن إدمان العقار نفسه من المشاكل ذات الاعتبار المتزايد . وهناك مشكلات في وصف العقاقير للعلاج حيث أنه قد يؤثر العقار في أحد الخطوات المعنية للمادة الكيميائية . وقد تكون التأثيرات الوظيفية معقدة . وبالتالي فقد يتحول المركب تحورا أكيدا قبل وصوله إلى العضو الهدف . ويسبب عوائق دم المخ فإن هناك مشكلات في إدخال العقاقير إلى المخ وبالرغم من هذه الصعوبات والتي لا تعامل على أنها مستتيلة فإن مجال الوراثة النفسية لاستعمال العقاقير يتوقع أن يتطور حيثًا .

ملخص

تلعب القوارض وبالاخص الفيران دورا هاما في الوراثة السلوكية فكثير من الجينات الطافرة لها علاقة بالاضطراب العصبي . ففي بعض الحالات فإن التغيرات السلوكية يمكن أن تكون على علاقة بالتغيرات الأساسية الانمائية والخلوية والجزئية . ولكن غالبا فإن أى طفرة (مثل تلك التي تؤثر في لون الفراء) ترتبط مع التأثيرات السلوكية إذا كانت البطاريات المستعملة للاختبار كافية شاملة .

كثير من الصفات الكمية للفيران قد حلت مشتتة على النشاط والانفعالات والسلوك الجنسي ولكن هناك الآن زيادة مؤكدة للصفات ذات المكونات التعليمية . والتصميمات الوراثية المعتادة هي ذات السيادة المباشرة للتعلم السريع بينما المكونات المضيفة ذات أهمية بالغة لمعظم الصفات الأخرى . والصفات ذات المعنوية الواضحة لها في الطبيعة مهما يكن كثيرا ما تهمل .

وباعتبار التفضيل الكحول والنوبات المرضية السمية فإن الفأر يعتبر كائن نموذجي للارتباط الوراثي والكميائي الحيوي والوظيفي والمكونات السلوكية في الأشكال الظاهرية المختلفة . وزيادة على ذلك فإن الأعمال الحديثة في الفيران والجردان توضح أن هناك اقتراحا واحد بالنسبة للأساس الوظيفي للسلوك يكون عن طريق تأثيرات العقاقير

وتأثيراتها المتباينة على مختلف التراكيب الوراثية . هذا الاقتراح بالاستعمال النفس للدواء له قيمة محتملة بالأخص بالنسبة للسلوكيات مع المكون التعليمي وذلك لاحتتمالات الاستنتاج الدقيق بالنسبة للإنسان .

GENERAL READINGS

- Eleftheriou, B. 1975. *Psychopharmacogenetics*. New York: Plenum. A first integrated account of this hybrid field.
- Lindzey, G., and D. D. Thiessen. 1970. *Contributions to Behavior-Genetic Analysis: The Mouse as a Prototype*. New York: Appleton. A collection of papers on various aspects of mouse behavior, considering genetic analysis, gene-environmental interplay, single-gene effects, gene-physiological determination, and evolutionary aspects.

الفصل العاشر

وراثة السلوك : كائنات أخرى

في عام ١٩٦٢ ، وفي مجموعة من المختبرات الشهيرة الصادرة تحت عنوان « جذور السلوك » (بليس Bliss ١٩٦٢) ، يذكر دجر أن « الدليل المباشر على التحكم الوراثي في سلوك الفقاريات يبدو للأسف أشد ندرة مما هو الحال في اللافقاريات ، وأن التعرف الدقيق على الجينات المستولة يكاد أن يكون منعما » .

في هذا الفصل نهدف إلى تصحيح الانطباع الخاطئ بأن وراثه السلوك لا يمكن التعرض لها إلا بدراسة سلوكيات الدروسوفلا أو القوارض أو الإنسان . فنحن نقدم هنا حصرا لسبل دراسة الكائنات الأخرى . وهذه الكائنات لا يمكن بسهولة ترتيبها كما هو الحال بالنسبة للدروسوفلا والقوارض والإنسان (الذين تراكمت بالنسبة لهم المعلومات الوراثية حتى في غياب الهجن الموجهة) ، وذلك لضعف معرفتنا بتركيبهم الكروموسومي . وهذا يجعلها من وجهة نظرنا ، وكما نود أن نقنع قرائنا ، أكثر إغراء كمواضيع للدراسة . وأمثلةنا لا تنحصر كلها في هذا الفصل : فالفرد ثلاثي الكروموسوم بسلوكه المتأخر ، وطيور الحب المتيمة ، والكلاب الغير نباحة ونحل روزنبهر التنظيف استخدموا جميعا كأمثله أساسية في التحليل الوراثي للسلوك (فصول ٣ ، ٤ ، ٥) .

هذا الفصل يعرض محتوياته على شكل أمثلة توضح تنوع الكائنات المدروسة ومجال هذه الدراسات غالبا ما يتميز بصعوبة التنفيذ . وكنتيجه للحدود الخاصة بالتجريب فقد تم تناول كل كائن على حده . ولذلك فكمما يمكن أن يتوقع يتبدى عرضنا بالكثيرا وينتهي بالفقاريات .

١٠ - ١ البكتريا

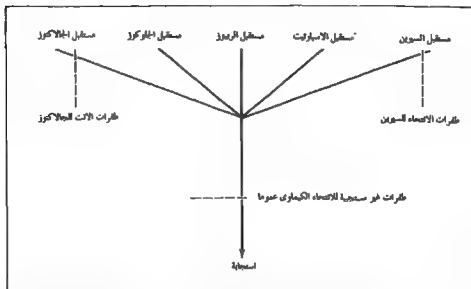
ماكينة مستودع repertoire الاستجابات السلوكية في كائن ما ؟ تساؤل طرحه آذر

وهازلبلور وداهل **Adler, Hazelbauer & Dahl** (١٩٧٣) . عندما يكون الكائن خلية بكتيرية ذات عديد من الزوائد مثل *Escherichia coli* الواسعة الانتشار فقد يتسائل الفرد حول اتجاه هذه الأسواط في وجود مواد معينة . تنجذب البكتريا المتحركة نحو مجموعة من الكيمائيات (انظر بيريز ميرانيته **Reres-Miranete** ١٩٧٣) . وتتعرف المستقبلات الكيميائية على كيمائيات معينة دون أن تشارك في أيضا . كيف يتم التجمع المصور في الشكل ١٠ - ١ ؟ تمكن أدلر وزملائه من عزل عشرات من الطوافر التي لا تبدى انتحاء كيمائيات موجبا لعديد من المواد كالسكريات والأحماض الأمينية والاكسجين ، وكلها تجلب الطراز البرى الغير طافر من *E. coli* (ميسبوف وأدلر **Mesibov & Adler** ١٩٧٢ ، أدلر **Adler** ١٩٦٩ ، ١٩٧٦) . يحدث ذلك برغم القدرة الكاملة للطوافر على الحركة ، واحتوائها على مجاميع كاملة من الأسواط الطبيعية واستجابتها الطبيعية لكل المواد الجاذبة الأخرى فيما عدا المادة التي فقدت القدرة على الاستجابة لها . هذا الوضع موضح في الشكل ١٠ - ٢ . ولكن ما عدد المستقبلات الكيميائية في هذه الأحوال ؟ توجد تسعة مستقبلات للجاذب السكرية القوية (ن - استيل الجلوسامين ، الفركتوز ، الجالاكتوز ، الجلوكوز ، المالتوز ، المانيتول ، الريبوز ، السوربيتول ، التريالوز) . ويعترف اثنان على الحامضين الأمينين الاسبارتيت والسيرين . وقد حددت جينات للقدرة على الحركة والانتحاء الكيمائى في خريطة *E. coli* الوراثية ، نذكر في معرض ذلك مواقع مثل **Curly** (بروتينات سطوية مغايرة ، طول الموجة نصف الطول الطبيعي تقريبا ، الحركة الدائرية فقط هي الممكنة) . **motile** (لها أسواط مظهرها



شكل ١٠ - ١ : المجلب *E. coli*
للاسبارتيت الموجود في أبوية شعرية من أدلر
، **Adler** ١٩٦٩

(Copyright 1969 by the American Association
for the Advancement of Science)



شكل ١٠ - ٢ : الانتحاء الكيميائي في *E. coli* التفسير المحتمل لقصور بعض الطوائف الفالدة القدرة على الالتذاب لبعض الأحماض الأمينية أو السكريات (المرجع المذكور في ١٠ - ١) .

طبيعي ولكن لا تستطيع الحركة) *flagella* (لا توجد أسواط ، غير متحركة) ، *chemotaxis* (لا تبدى انتحاء كيميائي ، متحركة تماماً ، حددت ثلاثة جينات مسئولة) . يمكن الوصول إلى إضافات حقيقية لعلم الوراثة بدراسة سلوك *E. coli* وغيرها من البكتيريا . فمثلاً *E. coli* العادية تنفر من الأسيتات والبنزوات والاندول . عزل مسكافيتش وآخرون *Muskavrich et al* وآخرون (١٩٧٨) طفرات ذات انتحاء عكس تنجذب إلى هذه المركبات وتتميز بنقص أحد فردى مجموعة بروتينات الانتحاء الضوئي القابلة للميثيل والتي تشكل مكوناً رئيسياً في سريان المعلومات من المستقبلات الكيميائية إلى الأسواط .

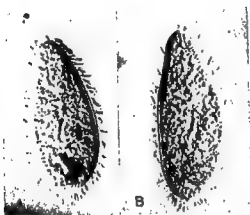
١٠ - ٢ البراميسيوم

تهدف الدراسة الحديثة لوراثة السلوك في *Paramecium aurelium* إلى الفحص الوراثي الدقيق للغشاء الخارجي المحدد للكائن والقابل للاستشارة . يخضع السلوك الحركي في البراميسيوم لتحكم هذا التركيب السطحي (إيكيرت *Eckert* ١٩٧٢) يرتبط اتجاه ومعدل ضربات الأهداب *cilia* (وهي خيوط غشائية سيوبلازمية مغلقة تخرج على

شكل شعيرات من سطح الخلية) بالتغيرات الكهربائية في الغشاء ، وبالتحديد بتغيرات التوصيل الكهربى للكالسيوم وهى عملية حساسة للجهد $voltage$ ويسمى انعكاس الاهداب الذى يؤدي إلى تغير اتجاه السباحة بالتفادى $avoiding$ تظهر كثير من المنبهات سلوك التفادى في الأوليات الهدية) وقد عرف ذلك منذ ١٩٠٦ وصف جنجس التفادى في البراميسيوم يتوقف في السباحة للأمام كنتيجة للانعكاس المؤقت في ضربات الاهداب . يؤدي ذلك إلى جذبة قصيرة إلى الخلف ، أو وقفة فجائية قبل استئناف الاندفاع للأمام في اتجاه مغاير . وفي $P. nirelia$ عزلت حديثا طوافر البيدق $Pawn$ وخضعت للتحليل السلوكى والوراثى والكهروفسىولوجى بواسطة كنج وزملائه (شايج وكنج $Chang \& Kung - 1973$ ، ساتو وكنج $satow \& Kung - 1974$ ، شايج وآخرون $Chang et al - 1974$ ، بيريز ميرا فيت $Perez-Mironete - 1973$) . هذه الطوافر لا تستطيع السباحة للخلف كما تفعل الطرز الوحشية ، وقد سميت على اسم قطعة الشطرنج التى تستخدم بنفس القواعد ، أى عدم العودة للخلف (شكل ١٠ - ٣) . والبيدق قد تكون حساسة أو غير حساسة للحرارة . أحد الطوافر الحساسة للحرارة يبدى سلوكا طبيعيا عند درجة ٥٢٣° ويمكنه العودة للخلف بينما لا يستطيع عند درجة ٥٣٥° أن يتفادى المنبهات القوية (محلول به مجموعة من الأملاح السامة) . بعض هذه الطفرات تم استحداثها بالطفرات الكيماوية كمركات التتروزوجا نيدن (انظر فوجل وروبورن $Vogel \& Röhrborn - 1970$ ، هولاندنر $Hollaender - 1971$ للمراجع العامة عن الطففر) والمتاح للدراسة الآن من هذا النوع أكثر من ١٠٠ طافر عزل كل منها مستقلا عن الآخرين .

تعد طفرة البيدق بشكل خاص قصورا في جين منفرد يتحكم في الغشاء الحساس للجهد الكهربى والحامل لاهداب الحيوان . وظهر أن الطوافر المكتشفة في البداية تعاني من مشاكل شحنات التوصيل الكهربى التى عزيت إلى كاتيونات الكالسيوم . كما اكتشفت بعد ذلك طوافر قاصرة بالنسبة لأيونات البوتاسيوم وسمين K^{+} (كنج $Kung - 1978$) . يمكن للطوافر الممزقة الأغشية (كنتيجة للمعاملة الكيماوية بالمطهرات) السباحة للخلف إذا ما أضيفت كميات كافية من Ca^{+} والاديتوزين ثلاثى الفوسفات للبيئة . وعلى ذلك ، فإن قصور التوصيل الكهربى خلال الأغشية هو وحده المتسبب في غياب الحركة للخلف ، وأن الجهاز الحركى للاهداب يعد كاملا في طوافر البيدق المذكورة وتعد البيدق الحساسة للحرارة أكثر قيمة للدراسة ، باعتبارها طوافر شرطية ، لأن ذلك يسمح بالسماح أو عدم السماح لبعض العمليات الغشائية تبعا

للرغبة . وجد أن أغلب البيادق الحساسة للحرارة التي ظهرت مستقلة عن بعضها أليية وموجودة عند موقع مسئول أيضاً عن البيادق المستقلة عن الحرارة ، والمعروف الآن ثلاثة مواقع للبيادق ، من المؤكد أن أحدهما على الأقل غير مرتبط بالموقعين الآخرين . من الطوافر الأخرى طوافر الهذاء *Paranoiaks* التي تستجيب بشدة للصوديوم Na^+ دون المنبهات الأخرى (ساتووكنج Satowe and Kung ١٩٧٤) وكذلك طوافر السرعة "fast" وعدم الحساسية لتترايثيل الأمونيوم (كنج وآخرون ١٩٧٥ ، كنج Kung ١٩٧٦) ويسهل من المحافظة على هذه السلالات الجنسية الاختيارية في *P.aurelia* الذى يمكن الحصول منها على سلالات خضرية أو تجهيتها (سنبورن Sonneborn - ١٩٧٠) . وكما في حالة *E.coli* ، فإن لدينا من الأسباب ما يكفى لأن نوصى دارس الوراثة السلوكية باستخدام هذا الكائن والجنس التابع له كمصدر محتمل للمعلومات المثمرة .



شكل ١٠ - ٣ : السلوك الحركي في *P.aurelia* إلى اليسار : اليدق مصورا في وضع الراحة في نهاية إحدى الفترات ، والأهداب متجهة إلى المؤخرة . إلى اليمين : الطراز اليرى مصورا عند السباحة للخلف بسبب إضافة الأملاح إلى البيئة . الصورة مأخوذة باستخدام نظام إضاءة نومارسكى للتأثير والقياس interference-contrast بقوة تكبير مائتى مرة (Copyright 1973 . ١٩٧٣ Kung and Naitoh by the American Association for the Advancement of Science)

١٠ - ٣ اليمياتودا

تعد دراسة برنيروارد (وارد Ward - ١٩٧٣ وما به من مراجع ، برنير Brenner - ١٩٧٣) عن سلوك اليمياتودا (ديلدان اسطوانية غير مجزعة) *Cacenorhabditis elegans* دراسة رائدة ، ليس بسبب السلوك المدروس (الانتحاء الكيماوى وغيره) ، ولكن بسبب استخدام هذا الكائن نفسه . وقد عدت جهود هذين الباحثين فريدة في نوعها نظرا لأن هذا الحيوان اللافقارى لم تسبق دراسته وراثيا ، ومع ذلك فله مميزات هامة بالنسبة للدارس الوراثة .

الأفراد هنا مخنثة ذاتية الاخصاب يتم فيها تكوين الحيوانات المنوية وتخزينها ، يلي ذلك تكوين حوالي ٣٠٠ بيضة للفرد الواحد ووضعها . ودورة الحياة (من الفرد البالغ إلى الفرد البالغ) ٣ - ٤ أيام عند درجة ٢٠° . هذه التربية الداخلية تؤدي إلى تأصيل التراكيب الوراثية ، لكن بعض الطفرات المستحدثة يمكن إدماجها في نفس الفرد بسبب تكوين عدد قليل من الذكور (١,٠%) كنتيجة لعدم الانفصال الميوزي . عندما تكون (A) مجموعة واحدة من الكروموسومات الجسمية autosomes فإن التركيب $\frac{4X}{4A}$ يكون الذكور بمعدلات قليلة ، $\frac{3X}{4A}$ يكون الذكور بمعدلات عالية بينما $\frac{2X}{3A}$ ، $\frac{2X}{4A}$ يمثلان تراكيب الذكور . والذكور الناتجة يمكن تهجينها مع الأفراد المخنثة لإدخال المعلومات الوراثية (ريدل Riddle - ١٩٧٨) .

تمتلك *C. elegans* جسما اسطوانيا خيطي الشكل لا ينقسم إلى أجزاء وتحدث حركتها أثارا أو مسالكا يسهل مشاهدتها في أطباق بترى المحتوية على الآجار ، وبالتالي فهي تترك سجلا يمكن تحليله . هذه الأحاديث المرئية في الآجار يمكن أن تحدث باستخدام ملرج *gradient* من الجاذبات مثل المركبات الكيميائية (كالنيوكليوتيدات الحلقية) والكاتيونات (Na^+ , L^+ , K^+ , Mg^+) أو قيم مختلفة من القلوية . طراز حركة الحيوان المشاهد قد يعكس :

- التوجيه : التحرك على ملرج التركيز مع الحركة الجانبية لرأس الدودة .
- التجمع : التواجد المستمر لعدد كبير من الأفراد عند نقطة معينة من الملرج .
- التعود : يحدث أخيرا بعد اعتياد الكائنات على الوعاء ومحتوياته ، ويتضمن ذلك أيضاً الاعتياد على الملرج والجاذب . يتغير سلوك الدودة بعد بقائها في إحدى مناطق الجذب الشديد ، حيث لا تصبح بعيدا إلا لتعيد دورتها بعد ذلك .

سجل سلوك الانتفاء الكيميائي للنيماتودا البرية الغير طافرة وقورن بالآثار التي تحدثها الطوافر المحتوية على بشور في الرأس أو الذيل ، أو ذات الرؤوس المنحنية للناحية الظهرية أو البطنية ، وكذلك الأفراد التي بها عيوب في عضلات الرأس أو ذات الرؤوس الصغيرة . من كل هذه المقارنات يمكن استنتاج أن المستقبلات الحسية الموجودة في الرأس تساهم في التوجيه في الملرج الكيميائي . فالحيوانات ذات البشور الذيلية البعيدة يكون توجهها طبيعيا ، أما بشور الرأس فتمنع هذا المسلك . والحيوانات منحنية الرؤوس تترك أثارا حلزونية معقدة مع انحناء الرأس تجاه المركز . عيوب عضلات الرأس أو قصر الرأس نفسها يقلل من كفاءة التوجيه بالمقارنة بالطرز البرية . ولكن لماذا تنتج هذه

الحيوانات نحو النيوكليوتيدات الحلقية ذات النشاط الحيوى الشائع مثل الادينوزين أحادى الفوسفات الحلقى ؟ قد يكون السبب أن *C. elegans* تأكل بكتريا التربة التى تفرز مثل هذه المركبات فى بيئتها .

كل الديدان الحديثة والبالغة وكذلك اليرقات المتبقية *dauer* (التى تتجمع فى المزرعة فى ظروف التجويع أو عند احتوائها على جينات تمكنها من البقاء بصرف النظر عن مدى توفر غذائها البكتيرى) تستجيب بشكل متشابه لهذه الجواذب . أما دور الانجذاب للأيونات أو للدرجة الحموضة فى بيئة اليماتودا الطبيعية فهو غير معروف فى الوقت الحاضر .

تسلك اليرقات المتبقية سلوكا متميزا ، هذا بجانب احتوائها على كيونيكلى غير عادى ، فهو مقاوم لفعل المطهرات والمواد المخدرة وغير ذلك من الصفات (ريدل *Riddele* - ١٩٧٧) ؛ فهم لا يبدون حراكا إلا فى مواجهة الاضطرابات الميكانيكية التى يبتلعون عنها . تقاى فى هذه اليرقات أيضاً الحركة البلعومية *Pharyngeal pumping* وهى الطريقة المعتادة للهضم فى اليرقات ، وإذا ما أعترض السطح الموضوعة عليه عائق فإنها تقف على أذبالها محركة رؤوسها فى الهواء . وقد يكون ذلك فى بيئتهم الطبيعية (الأرض) وسيلة للتعلم بأحد العوامل الحيوانية ليتمكن الانتقال لمكان آخر . وبالنسبة للانتحاء الحرارى فإن استجابتها عكس استجابة يرقات *C. elegans* العادية التى قد يتحولون إليها فيما بعد . وعندما يقومون بهذا التحول يدركون بسرعة التضج الجنسي فى نفس الوقت مع اليرقات التى لم تدخل إطلاقا فى الحالة المتبقية ، وذلك عن طريق انفصالات خلوية متزايدة وعموما فالدراسات الوراثة والخرائط الكروموسومية الأولية التى مازالت مشتتة عرضها ريدل *Riddele* ١٩٧٧ ، ١٩٧٨) .

وعلى ذلك ، فعلى مستويات كثيرة ، تعد اليماتودا كائنا ممتازا سهل التربية المعملة بالنسبة لاستخدامات دارس الوراثة السلوكية . والعدد الأحادى للكروموسومات = ٦ ويشكل ستة مجاميع ارتباطية . أما الحقيقة الأكثر إغراء على استخدام هذه الديدان تتمثل فى احتوائها على أقل من ٣٠٠ خلية عصبية *neuron* فى جهازه العصبى بأكمله . هذا الرقم يجب تقييمه فى ضوء التقديرات التى تتراوح بين ٦١٢ مليون و ٩.٢ بليون خلية عصبية فى قشرة نصف واحد من الكرة الخفية فى الإنسان (بليتكوف وجليزر *Hinkov and Glezer* - ١٩٨٦) ، وعدد ٧٠٠,٠٠٠ - ٨٠٠,٠٠٠ من الخلايا العصبية الدماغية فى جراد البحر *Prorambus clarkii* (فيرزما *Wiersma*) . وهذا التقدير الأخير يعد الوحيد المعروف بالنسبة للمفصليات . ولكن لاحظ مع ذلك أن من

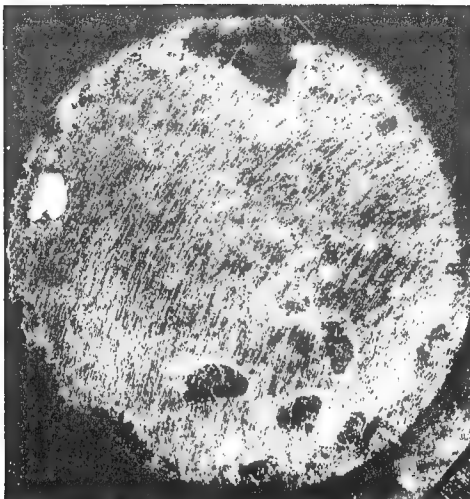
المعروف أن المستقبلات الكيميائية للاتصال الرسفي (الجزء الخارجي في أطراف المفصليات) في شائبة الأجنحة تعمل عن طريق خلية عصبية واحدة فقط .

١٠ - ٤ فراشة الدقيق

في فراشة الدقيق *Ephesia kuhniell* ، وهي آفة تهاجم الحبوب في مطاحن الدقيق في المناطق الاستوائية والمعتدلة ، وجد أن سلوك الغزل *spinning* السابق للدخول في طور العنزة له أسس وراثية وبيئية (كوتر *Cotter* - ١٩٥١ ، كاسباري *Caspari* ١٩٥٨) . وقد يتداخل عامل الوراثة والبيئة لإطالة الوقت من إنتهاء تغذية اليرقات وظهورها من بين كميات الغذاء إلى بداية التعذر . وقد يحدث العكس حيث تؤدي قصر الفترة إلى ما أسماه كاسباري وكوتر عدم الغزل *nonspinning* . وهو مصطلح نسبي ، وذلك لأنه حتى الحشرات المساء بغير الغازلة تنتج من الخيوط الحريرية الحد الأدنى لتكون الشرائق . في الجالة الطبيعية ، تتوقف اليرقات كاملة النمو عن الطعام في طورها الأخير (الذي يعقب الانسلاخ الأخير) وتترك طعامها بتسليق جدران أطباق المزرعة ، أو بالبقاء على سطح الغذاء تبعاً لحالة الازدحام ، ثم تغزل الشرقة وتعذر . وشرقة الطراز البري تكون على شكل صندوق مغلق ، مع عدم إحكام إغلاق طرفه العلوي ليكون موضع خروج الحشرة الكاملة . وتعذر اليرقات الكاملة النمو في المعمل ٧ - ١٠ أيام .

ينتج عن تأخر الفترة المؤدية إلى التعذر لمدة تقارب الشهر تكون غزل حصيري الشكل ، مع احتمال تكون شرقة مغزولة أيضاً (شكل ١٠ - ٤) . لكن فراشات الدقيق القادرة على تكوين الغزل الحصيري لا تفعل ذلك إذا ما حفظت في مكان مضى . وربما يكون ذلك بسبب الانتحاء الضوئي الموجب الذي تبديه هذه الحشرات في نفس الوقت ، مما يمنعها من مغادرة الغذاء عند وجود مرزعتها في الضوء .

يشير كاسيري (١٩٥١) إلى صعوبة التحليل الوراثي لسلوك الغزل في هذه الكائنات . فالغزل الحصيري تقوم به العشائر وليس الأفراد ، ويشير كوتر (معلومات شخصية) إلى أنه لم يتم اختبار قدرات الغزل المتباينة بشكل كاف ، فأفراد عالية الكفاءة في العشيرة قد تكون أكثرها امتلاكاً لأليلات « الغزل » . في الجيل الأول الناتج من تهجين الأشكال المختلفة ، تبدو صفة عدم الغزل كما لو كانت سائدة ، هذا إذا لم تكن سائدة تماماً . ينتج F_1 القليل من الحرير ، وينتج F_2 كمية أكبر نوعاً عما تنتجه أسلافه



شكل ١٠ - ٤ : الفزل الحصىرى فى E. Kuhnella (فراشة اللقيى) . توجد شرفتان خارج كتلة الغذاء (مهلاة من وليم كوتر) .

من أفراد F_1 المتوسطة . اعتبرت هذه الملحوظة مؤشرا للانعزال الوراثى . وأكثر من ذلك ، فإن الأفراد الناتجة من التهجين الرجعى (سلالة غزالة $F_1 \times X$) تنتج كمية متوسطة من التحرير بالمقارنة بالجيل الأول والسلالة والغزالة . أفضل التفسيرات يتمثل فى التوارث المتبدل من انعزال زوجين أو أكثر من الجينات الغير مرتبطة (كوتر ١٩٥١ - ، كاسبرى Caspari - ١٩٥٥ ، كاسبرى وجوتليب Caspari and Gottlieb - ١٩٥٩) .

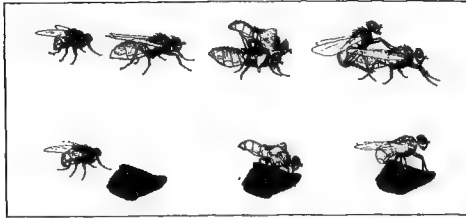
١٠ - ٥ الذباب المنزلى وذباب السروء

تنتج إناث الذباب المنزلى *Musca domestica* مادة ز - ٩ ترايكوزين tricosene-9 (z) وهي فرمون يجذب ذكور النوع ذاته ويستحدث فيهم سلوك الغزل والتزاوج (فودين وآخرون Vouden et al - ١٩٧٢ ، روجوف وآخرون Rogoff et al - ١٩٧٣) . وقد سمي هذا المركب بحق *muscalure* .

شكلت العقد المصنوعة من الأربطة السوداء للأحذية على شكل ذباب كاذب ، ثم شربت بالمستخلصات البنزينية لإناث تحتوى على الفرمون أوبالبنزين فقط للمقارنة . وشملت التجربة التحكم فى كمية ونوعية الفرمون فى المذيب وكذلك الإناث المستخلص منها المادة الكيميائية والإضاءة ودرجة الحرارة . وقد درست استجابات ٣٤٧ ذكرا بالطريقة الموضحة فى الشكل ١٠ - ٥ . شمل تباين الذكور الموضحة للذباب الكاذب المشيع بالفرمون والمشييع بالبنزين فقط المكونين السلوكيين الآتين : (١) الانجذاب القرمونى نحو الحشرات الكاذبة المعاملة و (٢) الاستجابة الفردية للذباب ، بمعنى عدد الضربات التزاوجية (الانتقال من وضع الطيران إلى الوطاء) بالنسبة للذكر الواحد .

وجد أن هذا المكون السلوكى الأخير ، الاستجابة ، يعد خاصية متوارثة . ثم عمل التربة الانتقائية للذكور التى أظهرت أعلى أوقل استجابة حتى الجيل الرابع ، وتم الحصول على سلالتين عاليتين وسلالتين منخفضتين بالنسبة لهذه الاستجابة . ومن المثير والمؤسف معاً أن إحدى السلالتين منخفضتين الاستجابة قد فقدت لعدم القدرة على الاستمرار فى تربيتها ، مما يؤكد الأثر الوراثى لهذه الصفة . كان متوسط الضربات التزاوجية للخط المنخفض الباقى 6.24 ± 3.6 فى الساعة بنطاق يتراوح بين صفر - ١٥,٦ ضربة فى الساعة فى أفراد الجيل الرابع . أما متوسط الضربات فى أفراد الجيل الرابع للخطين ذوى الاستجابة العالية فقد كان 21.72 ± 8.7 ضربة فى الساعة وبنطاق يتراوح بين صفر - ٩٠,٠ لأحدهما ، بينما أظهر الخط الآخر متوسط قدره 20.34 ± 9.8 ضربة فى الساعة بنطاق يتراوح بين صفر - ٤١,٧ . هذه النتائج تشابه ما تم الحصول عليه فى الدروسوفلا عند الانتخاب لسرعة التزاوج العالية والمنخفضة (أعمال ماننج Manning ١٩٦١ ، ١٩٦٣ السابق شرحها فى الفصل الثامن) :

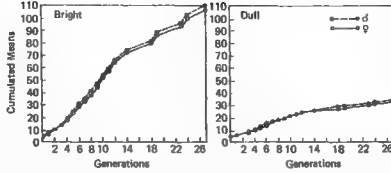
نظر للأهمية الاقتصادية للذباب المنزلى وذباب السروء كآفات حشرية فقد تعرضنا للدراسات الموسعة من هذه الزاوية . ولذلك فليس من المستغرب أن نجد تقارير قليلة على درجة من الأهمية بالنسبة لوراثة السلوك فى هذه الحشرات . فى القسم ٨ - ٣



شكل ١٠ - ٥ : السلوك التزاوجي في الذباب المنزلي . الانتقال من وضع الطوان إلى الوضع التزاوجي (الضربة) في ذكر الذبابة المنزلية عند التقائه مع أنه من نفس النوع ومع حشرة كاذبة (مادة سوداء) منقوعة في المستخلص القرموني (عن كوان وروجوف Cowan and Rogoff - ١٩٨٦) .

ركزنا على مشاكل دراسة الانتباه الضوئي في ظل مختلف الظروف البيئية والتصميمات التجريبية في اللروسوفلا . وفي الذباب المنزلي وجد كيسلرو شاوبر **Kessler & Chabora** (١٩٧٧) حالة لتداخل التركيب الوراثي مع البيئية تؤدي الانعكاس ناحية الانتباه السلي في الحشرات الطافرة ذات العيون الصفراء تحت درجات شدة الإضاءة العالية وذلك بالمقارنة بالدرجات المنخفضة (١٧٢٢٢ لكسا في مقابل ٨٦ لكسا) ، هذا في الوقت التي لا تبدى . فيه الحشرات البرية أو هجتها مع الحشرات الطافرة هذا التغير . هذه النتيجة يمكن أن تعزى إلى نقص الصبغة في الحشرات الصفراء التي تؤدي إلى زيادة حساسيتها للرؤية عند درجات شدة الإضاءة المرتفعة وبالتالي إلى الاستجابة السلبية للضوء بالاتجاه إلى أنبوبة الخروج الأكثر إطلاقا في الجهاز المستخدم للخروج منها . بالإضافة إلى ذلك ، فقد أدى هذا التنبيه الشديد إلى نقص النشاط الحركي في الحشرات الصفراء (شاوبرا وكيسلر - ١٩٧٧ . نلاحظ هنا تلازما واضحا بين التغير السلوكي والتغير الفسيولوجي ؛ وإن كان من الصعب أن نقرر (إلى أى مدى قد يكون هذا الوضع هاما بالنسبة للأفراد البرية ، فإنه من المعروف أن شدة الإضاءة العالية هامة للنواحي الحيوية في بعض الأنواع الحشرية .

بالانتقال إلى ذبابة السروء **Phormia regina** واستخدام امتداد الخرطوم كاستجابة غير شرطية لوجود السكر كمنبه (شكل ١٠ - ٦) ، فقد كيفت الأفراد للاستجابة الشرطية للماء المالح كمنبه صناعي (ماك جويرى وهيرش **Mc Guire and Hirsch** -

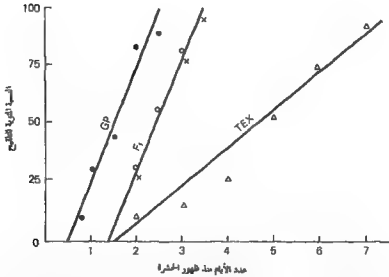


شكل ١٠ - ٦ يسارا: طريقة الإعاقة الرقيقة لماك جويرى وهيرش (McGuire & Hirsch ١٩٧٣) بحجز الحشرة في فوهة ماصة دقيقة. يميناً: المتوسطات المتجمعة عبر أجيال من الاستجابة الشرطية للدهاب الروء المقروض للماء المقطر المضاف إليه 1.0M Nacc. كان المنبه الغير شرطي السكروز 0.5M الذى وضع على أجزاء فم الحشرات. تضمنت الاستجابة الشرطية المفردة امتداد غرطوم الحشرة عند غمر الجزء الطرق من أرجلها الأمامية في المحلول الملحي.

(١٩٧٧). يوضح ذلك التعلم مع إمكانية قياس الفروق بين الأفراد. ارتكز هذا العمل على التحليل الدقيق للاستجابات والتكيف الذى قام به نلسون (Nelson ١٩٧١) وديثير (Dethier ١٩٧٦) وغيرهما. بمعرفة هذه الفروق الفردية اعتقد ماك جوير وهيرش (١٩٧٧) في إمكانية نجاح الانتخاب الصناعى. وبالفعل تم الحصول على خطوط عالية ومنخفضة الكفاءة (شكل ١٠ - ٦) أبدت إختلافا واضحا عن الخط الذى لم يتعرض للانتخاب (المجموعة الضابطة control) - هذه النتائج تعنى أن تحليل وراثه السلوك يمكن أن يتم الآن في هذا النوع بالنسبة لصفة أحد مكوناتها جاء عن طريق التعلم - جرت هذه التجارب باستخدام عشرة برية حرة التزاوج، وبالتالي تحت الاستفادة من التباين الطبيعي. وينصح بمثل هذا المدخل للدراسة بعض الحالات. انظر مثلا القسم ٦ - ٧ حيث نوقش استخدام الإناث المشابهة في تحليل مثل هذا التباين. وقد ذكر أيضاً التعلم الناتج عن التكيف الشرطى بالنسبة للدروسوفلا (قسم ٨ - ٤).

١٠ - ٦ البعوض

بدأت معرفة وراثة البعوض في الزيادة (كريج Craig - ١٩٦٥ ، رايت وبال Wright and Pal ١٩٦٧) . أغلب المعارف المتاحة الآن مشتقة من الوراثة التقليدية - تجديد المواقع ومعرفة الكروموسومات المستولة (كريج وفاندهي Craig and Vandell ١٩٦٢) . النوع *Aedes atropalpus* يتكاثر في المستنقعات الصخرية منتجا شكلين سلوكيين : الذاتي *autogamous* الذي لا يحتاج إلى وجبة بروتينية خارجية كالدم حتى ينضج البيض ، حيث تتغذى الإناث على السكر ورواسب البيض الذي تم فقسه . يمكن الحصول على أفراد الجيل الأول أيضاً دون وجبات الدم اللازمة في حالة الشكل الغير ذاتي *analogous* الذي يلزمه الحصول على وجبة دم واحدة على الأقل حتى ينضج البيض . صفة الذاتية المذكورة يحكمها جين واحد سائد موجود على أحد الكروموسومات الحسية .



شكل ١٠ - ٧ : السلوك التزاوجي في بعوض *A. atropalpus* بداية الاستعداد للتطيق في عشوتين أربيتين وعشوتين هجيتين . النواتج خاصة بالهجن GP/TEX (ذكر TEX × أنثى GP) والصلبان خاصة بالهجين العكسي TEX/GP (ذكر GP × أنثى TEX) . كل نقطة تمثل ٢٠٠ أنثى على الأقل (عن جوادز Gwads - ١٩٧٠) .

اختار جوادز Gwads (١٩٧٠) بعناية سلالتين من *A. atropalpus* للدراسة وراثة السلوك في هذا النوع من البعوض . كانت إحداهما أصيلة بالنسبة للجين السائد الخاص بالذاتية وأعطاهما الرمز GP (نسبة إلى مساقط جنودور في ميريلاند حيث نشأت) .

كانت السلالة الأخرى أصيلة للجين المتنحي لعدم الذاتية ورمز لها بالحروف TEX (نسبة إلى أوستين بتكساس). استخدمت الظروف المثل لتربية الأفراد المختارة بما في ذلك تلافى الازدحام. من بين هذه الظروف أيضاً التحكم في درجة الحرارة ($27 \pm 5^\circ \text{C}$) والرطوبة النسبية ($80 \pm 5\%$ في المائة) وطول النهار (الإضاءة لمدة ١٦ ساعة) والعمر (إناث تم فقسها خلال ثلاثين دقيقة). أنتجت الذكور من نفس العشيرة المتحصل على الإناث منها مع كونها أكبر عمراً من هذه الإناث. الشكل ١٠ - ٧ يوضح نتائج تشريح الإناث في محلول ملح لاختبار وجود حيوانات منوية مختزنة في الحوصلة المنوية للإناث كدليل للتزاوج ووضع الحيوانات المنوية.

تبدو النتائج واضحة: تزاوج حشرات GP الكاملة أسرع من TEX' يبدو المهجن في الأنجماجين متوسطاً وإن كان أقرب إلى الأب GP. تفاصيل متوسط الوقت اللازم لتلقيح الإناث بعد تعرضها للذكور هي: ٣٨ ساعة لحشرات GP، ٥٤ ساعة لحشرات F_1 للمهجن GPXTEX أو TEXXGP، ١٢٠ ساعة (٥ أيام) لحشرات TEX. طول المدة الخاصة بحشرات TEX ليست مستبعدة، حيث أن إناث هذه السلالة يلزمها الطيران للبحث عن وجبة من الدم قبل نضج البيض القابل للفقس، ناهيك عن النشاط الجنسي.

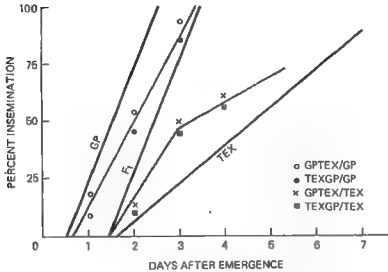
بعد ذلك حددت الأزمنة اللازمة لبداية الاستعداد الجنسي لكل المهجن العكسية الأربعة الممكنة وعرضت في الشكل ١٠ - ٨. وإذا ما افترض أن التحكم الوراثي يتم بواسطة جين جنسي شبه سائد فالخط المتقطع في الشكل يمثل معدلات التلقيح المتوقعة.

بمعنى آخر إذا كانت R تمثل الجين الجسمي الذي يحدد الاستعداد السريع و R تمثل الأليل شبه السائد الذي يؤدي إلى تأخر الاستعداد للتلقيح، فإن المهجن GPXTEX يكون بالتركيب الخليلط RR المتوسط بالنسبة للاستعداد للتلقيح. وعلى ذلك:

$$\begin{aligned} \text{GPTEX/GP} &= \text{TEXGP/GP} \\ &= RR'(F_1 \text{ مهجن}) \times RR(\text{GP ذكر}) \\ &= 1RR' : 1RR \quad \text{وسط} \\ \text{GPTEX/TEX} &= \text{TEXGP/TEX} \\ &= RR'(F_1 \text{ مهجن}) \times R'R'(\text{TEX ذكر}) \\ &= 1R'R'(\text{ماتر}) : 1RR' \quad \text{وسط} \end{aligned}$$

وفي المتوسط يجب أن يسمح النسل الناتج من التهجين العكسيين مع ذكور GP بالاستعداد للتلقيح قبل أي من المهجنين العكسيين مع ذكور TEX. وهذا ما يحدث مع

تداخل أزيمة الحد الأقصى للهجنيين الخاصين بذكور GR والحد الأدنى لهجينى ذكور TEX . واكتشاف ملائمة أداء نسل الهجين العكسية مع النتائج المتوقعة تكتسب عمقا إضافيا بملاحظة الأعداد الكبيرة من الأفراد التى فحصت فى كل مجموعة .



شكل ١٠ - ٨ : السلوك التزاوجى فى *A. nitropais* بداية الاستعداد للتلقيح فى أربعة هجن رجعية لإنات الجيل الأول مع الآباء الذكور . الخطوط الرمادية : النسب المتربة المتوقعة فى حالة الفرض تحكم واحد . كل نقطة تمثل ٢٠٠ أنثى على الأقل . الأربعة هجن الرجعية هى : إنات الجيل الأول (GP × TEX) ، إنات الجيل الأول (GP × GP) ، إنات الجيل الأول (GP × GP) ، إنات الجيل الأول (GP × GP) ، إنات الجيل الأول (GP × GP) ، إنات الجيل الأول (GP × GP) ، إنات الجيل الأول (GP × GP) ، إنات الجيل الأول (GP × GP) . (عن جوادز Gwada - ١٩٧٠) .

١٠ - ٧ الدور المتطفل

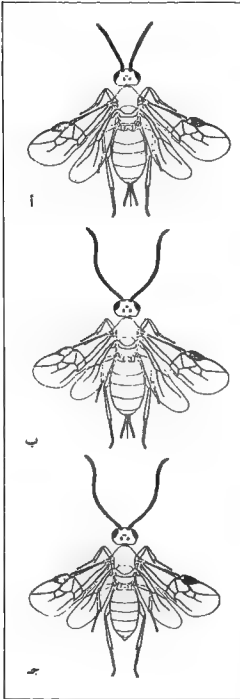
حصل ويتنج خلال دراساته الطويلة لوراثة الدور المتطفل *Habrobracon juglandis* على عدد من الأشكال جانبية الجنس أو المختنة *gynandromorphs* الشكل ١٠ - ٩ يوضح أحد الطرز المذكورة (فرد يبدى الأنوثة والذكورة - البرقشة الجنسية *sexual* *marak*) بجانب أنثى وذكر طبيعيين لهذا النوع .

تنتج ذكور هذا النوع من البيض غير المختص ، مثلها فى ذلك مثل ذكور الأفراد الأخرى من رتبة غشائية الأجنحة (كالنحل والفيل والزناير .. إلخ) . ويمكن للإنانث التى لم يتم تزاوجها أن تنتج عن طريق التوالد البكرى (دون مشاركة الذكور) نسلًا من الذكور فقط . أما الإنانث الملحقة فإنها تظل تنتج الأبناء عديمي الأب (من البيض

الذى لم يتعرض للاخصاب) بجانب النبات ذات الوالدين (من البيض المخصب) . فإذا ما هجنت أنثى أصيلة التركيب الوراثى بالنسبة لصفة منتجة مع ذكر سائد فإن إنثى النسل الناتج تكون خليطة سائدة . أما ذكور هذا النسل فتسمى شبه أصيلة **hemizygous** لكونها أحادية ذات صفة منتجة ؛ حيث لا يحكم على الأصالة إلا عند وجود أليلين للجين الواحد كما فى الأفراد الثنائية (انظر قسم ٨ - ١ بالنسبة لمناقشة جانبية الجنس الدروسوفلا) .

تظهر جانبية الجنس فى الدبابير من البيض الشاذ الذى يحتوى نواتين أحدهما مخصب . تنشأ الأجزاء المؤنثة من الجزء الثنائى والأجزاء المذكورة من الجزء الغير مخصب . لتأخذ مثالا واحداً لفرد يمكن تمييز أجزائه متباينة الجنس لأنه من تهجين أنثى منتجة بالنسبة للون العين البرتقالى **orange** (oo) ولنقص تعرق الأجنحة **defective wing** (dd) **venation** مع ذكر برى بالنسبة للصفتين المذكورتين . أنتج هذا التهجين ٨٢ أنثى برية (Oo Dd) و ١٧ من الذكور برتقالية العيون ذات التعرق ناقص (ad) وفرد واحد جانبى الجنس . هذه الأفراد المبرقشة جنسيا نادرا ما تظهر ، ويكون ذلك بمعدلات تتراوح بين ١٠٠٪ إلى ١٠,٠٠٠/١ . فى الصورة ١٠ - ١٠ تبدو صورة رأس الفرد جانبى الجنس الناتج من التهجين السابق وصفه . كان لهذا الفرد عين يبنى برتقالية (o) فى نسج مذكر والأخرى ذات جزء برتقالى مذكر أيضاً ، أما الجزء الباقى فأسود (Oo) مؤنث . كان قرن الاستشعار الأيمن أطول (ذكر) من الأيمن (أنثى) ، والجناحان اليمينيان ناقص التعرق (a) وأقصر (ذكرية) من اليساريين (أنثوية) . أمكن بفحص المظاهر الجنسية الثانوية مزدوجة المظهر والصيغ تحديد الأجزاء الأخرى . وجد فى هذا الفرد أن الجانب الأيسر مؤنث والأيمن مذكر .

والجدول ١٠ - ١ يلخص نتائج سلوك ٥٠ فردا مبرقش الجنس ، حيث كان اتجاه معظم الجسم طبيعيا ناحية أحد الجنسين . فرغم أن أنسجة أجسام جانبية الجنس تعد مختلطة من الناحية الجنسية ؛ إلا أنها لا تكون كذلك من الناحية السلوكية . ومن الواضح أن استجابة الحشرة تعتمد على جنس الرأس . فعلى سبيل المثال استجابة الأنتى الطبيعية لبرقات الفراش (الخاصة بفراشة دقيق البحر المتوسط **E.kuhniella** فى هذه الحالة - انظر قسم ١٠ - ٤) تتضمن دفع البطن إلى الأمام وإلى أسفل وذلك لجعل آلة اللسع فى وضع بارز وقرنى الاستشعار فى وضع مستقيم . بعد ذلك ، تتقدم ببطء وتغمد آلة اللسع فى ضحيتها ، دون تفضيل جزء معين فى جسد الضحية . خلال ذلك يمر قرنى الاستشعار فوق جسد اليرقة . بعد إحماد المقاومة تسحب الأنتى آلة اللسع وتستخدم



شكل ١٠ - ٩ : الدبور المتطفل *Juglandia* (أ) أنثى عادية . لاحظ الأجنحة الطويلة نسبيا وقرون الاستشعار المقصورة وآلة اللسع المخاطلة بزائد بني حسيتي في طرف البطن (ب) - أنثى (ج) - الذكر العادي . لاحظ الأجنحة الأقصر وقرون الاستشعار الأطوال وطرف البطن المختلف عن الأنثى (د) عن وينج (Whiting - ١٩٣٢) .

فمها لامتصاص السوائل من البرقة التي صارت هادئة . على الامتصاص اختيار ثنية في جلد الضحية لوضع البيض .



شكل ١٠ - ١٠ : منظر جانبي لرأس فرد
جالس الجنس من *H. juglandis* العين اليسرى
مذكورة في جزء منها الجزء الأيمن لونا ومؤنثة في
الجزء الآخر (الماكس) . (عن وينج
١٩٣٢) .

أما الذكور فإنها تتجاهل ، بل وحتى تتحاشى ، هذه اليرقات . وبعد تقديمها لإناث
الدبور فهي سرعان ما تحاول الوطء بعد وضع الأنثى مباشرة . وقد يجامع الذكر أنثى
واحدة عدة مرات أو عدة إناث بالتتابع مع ضرب أجنحة أثناء الجماع . خلال الوطء
جدول ١٠ - ١ : السلوك الجنسي (ناحية الأنوثة) والتطفل (نجاه اليرقات) في الأفراد جمانية الجنس
للنوع *H. juglandis* ، وذلك تبعاً لجنس الرأس والبطن .

الرأس	البطن	الإجماع ناحية الأنوثة		الإجماع ناحية اليرقات	
		موجب	غير مطلق	موجب	غير مطلق
ذكر	خط	9			9
	أنثى	20			15
أنثى	ذكر	1	1	1	
	خط	3	3	3	
خط	ذكر	2	2	2	
	خط	1	1		
	خط	3	3		3
	خط	3	3		
	خط	1	1	1	
	خط	1	1	1	
	أنثى	2			2
	خط	1	1		
	خط	3		3	
المجموع		50	7	11	29

المصدر : وينج Shiting (١٩٣٢) .

يقوم الذكر بامساك الأنثى ودفعها على جانبي الأجنحة . وقد يحاول وطء الذكر الأخرى . ويستمر الجماع إلى دقيقتين .

وقد لوحظ سلوك جانية الجنس في حشرات أخرى مثل دبور *Habrobracon* و *brovicornis* ونحل *Michell Megachik gemula* (ميتشل - ١٩٢٩) - لكن الأحداث من ذلك والأكثر دقة هو ما درس في الدروسوفلا ميلانوجاستر التي أنتجت وحملت الأفراد جانية الجنس التابعة لها بواسطة هوتا وبنزر *Hotta & Benzer* (١٩٧٣) ، وقد تمت مناقشة نتائجها في الفصل الثامن . هذا العمل يواصل دراسة سترتفاتن ومورجان وبروجز مورجان وبروجز *Morgan and Bridges* (١٩١٩) مع درجة أكبر من التحكم الوراثي وعدد أكبر من السلالات ، وكذلك بالإنتاج المبرورس لمثل هذه الحشرات المبرقشة بالطفرات الكيماوية .

يمكن الرجوع إلى تقرير بيرتز وجروش وألسون *Petters, Grosch and Olson* (١٩٧٨) بالنسبة للطفرات العاملة في *H. juglandis* . ومن المثير للاهتمام دارس وراثة السلوك الطفرة المنتخبة التي تؤدي إلى فقد الدبابير للقدرة على الطيران . هذه الطفيليات الخارجة (التي تمشي على السطح الخارجى للعائل) لا تطير حتى إذا تعرضت للتدفئة والإزالة بالفرشاة ، أو إذا اسقطت من ارتفاع ٦ بوصات (١٥,٢٤ سم) وحتى إذا ما عدا أى انحراف عن السقوط العمودى طيرانا . الغريب هنا أن التركيب الدقيق لعضلة الطيران في هذه الأفراد يبدو طبيعيا .

١٠ - ٨ بعض الحشرات الصوتية

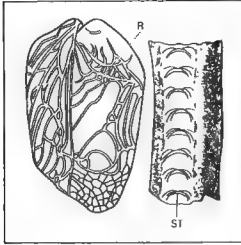
أعتقد ، دون أن أدخل في التفاصيل أن القول بالتباين الكبير في الصفات الجنسية الثانوية سوف يكون مقبولا لدى الطبيعيين . وسوف يقبل أيضاً أن أنواع المجموعة الواحدة تبدي تبايناً بين كل منها والآخر في هذه الصفات بدرجة أكبر من تباين أى من أجزائها الأخرى ... وسبب التباين الأصلي لهذه الصفات ليس واضحاً ، ولكننا نستطيع أن نرى العلة في عدم ثباتها وتماثلها كما هو الحال بالنسبة للصفات الأخرى ، وذلك لأنها تتجمع بواسطة الانتخاب الجنس ، الذى يعد أقل حدة في تأثيره من الانتخاب العادى ، لأنه لا يؤدي إلى الوفاة ، بل إلى قلة نسل الذكور الأقل تفضيلاً ، وأياً كان سبب تباين الصفات الجنسية الثانوية ، فإن شدته جعلت للانتخاب الجنسي مجالا واسعا للتأثير ، مما يمكن أن يكون قد أدى إلى نجاحه في إعطاء أنواع المجموعة الواحدة درجة أكبر من الاختلاف في هذه الناحية عما هو الحال بالنسبة للنواحي الأخرى^٩ . تشارلز داروين

Charles Darwin

خصص جزء من دراسة داروين عن أصل الإنسان والانتخاب وعلاقته بالجنس (١٨٧١) *The Descent of Man and Selection in Telation to Sex* لأنواع أخرى غير نوعنا . ولا شك أن داروين قد وجد أن هذه المناقشة ضرورية ليشرح ويدافع عن نظريته الجديدة عن الانتخاب السلوكي الجنسي . أحد الفصول (الفصل العاشر في المجلد الأول) يتعلق بالصفات الجنسية الثانوية للحشرات ، وقد أورد داروين الشكل ١٠ - ١١ المستخدم هنا ليوضح الجهاز الصوتي *stidulatory apparatus* في ذكور صرار (صرصور) الحقل . ولقد علق على ما يتميز به غناء الصرصور الليلي من ضخامة وامتداد وعلى حقيقة أن .. « كل الملاحظين يتفقون على كون هذه الأصوات تستخدم لاستدعاء أو إبعاد الإناث الخرساء » .

هذا القسم يتعلق أساساً بالحشرات من عائلته *Gryllidae* الخاصة بصرار الحقل العادي . يتم الالتقاء للتكاثر بواسطة إشارات صوتية طويلة المدى . ينتج الذكر الناضج جنسيا ذبذبات صوتية بتحريك الجناح الذي يمارس ميكانيكيات الاحتكاك . كل ضربة ضم للأجنحة الأربعة تنتج ذبذبة صوتية ، ويتم تجهيز الأجنحة للورة أخرى بعملية فرد صامتة . بهذه الطريقة ينتج الصوت بالفرد والضم الدوريين للأجنحة ، حيث ينتج الصوت أثناء ضربة الضم فقط . يتم توقيت كل حركة للأجنحة بدقة عن طريق انقباض مجموعتين من عضلات الجناح ، اللتين تعملان في تضاد . يبدأ الانقباض بتفريغ عصبي في الخلايا العصبية الخاصة بالحركة في المجموعتين المتضادتين . وعلى ذلك فإن حركة الجناح المنتجة للصوت توصف بأنها مخلوقة عصبية : الانقباض والتفريغ العصبي مرتبطان ارتباطاً سببياً بطريقة واحد - إلى واحد (بنتلي وكنتش *Bantley & Kuteh* - ١٩٦٦) . هذا يعني أن ملاحظة أو تسجيل السلوك (تسلسل الذبذبات الصوتية) ، يمدنا أيضاً بوسيلة دقيقة لمراقبة نشاط مكونات الحركة في الجهاز العصبي الكافة وراء هذا السلوك . يمثل ذلك حالة سلوكية مبسطة نخدم في دراسة التحليل العصبي وتجعل هذا النظام مناسباً لدارسي الوراثة العصبية *neurogeneticists* ، الذين يعد من أهدافهم ربط النشاط العصبي بالتركيب الوراثي .

لنعود الآن إلى السلوك ووظيفته . تصدر عن الذكر أصوات غنائية تدعو الأنثى إليه ، ويمتد تأثيرها من عدة أمتار إلى عشرات من الأمتار . لم يتم تحديد نصف القطر الفعال بالنسبة لهذه الدعوة ، وإن كان من المحتمل أن تكون صورته معقدة على الحرارة والرطوبة والتضاريس وحالة الرياح . وبصرف النظر عن الحدود الفعالة لهذه الرسالة الصوتية ، فس المؤكد أنها تلعب الدور الرئيسي ، إن لم يكن الوحيد ، لجذب الإناث . يتركز



شكل ١٠ ١١ : الجهاز الصوتي للذكر
Gryllus campestris أو صرصور القبط . من
 اليمين : منظر مكبر جدا للجانب السفلي لجزء من
 عرق الجناح يظهر الأسنان (ST) . من اليسار :
 السطح العلوي لغطاء الجناح بعروق الملساء (R)
 التي تحمك بها الأسنان (ST) . (عن دادوين
 Darwin ١٩٧١) .

النشاط الصوتي لأغلب الصراصير في الليل . قد تلعب العوامل الكيميائية دورا ضئيلا
 (هذا الموضوع لم يدرس بعد) ، ولكن منذ دراسة ريجان Regan (١٩١٤) قد عرف
 أن الاشارات الصوتية كافية لجذب الإناث في « غياب » المؤثرات البيئية المرئية أو
 الكيميائية أو الحسية . وعندما يجذب الذكر إحدى الإناث لمسافة عدة سنتيمترات ويبدأ
 الالتقاء الحسى بينهما، يشرع في غناء أغنية غزلية تختلف بشكل ملحوظ (حتى للأذن
 البشرية) عن أغنية الدعوة السابقة . قد يتساعل المرء عن تخصص الأنواع في تميز أغنية
 الغزل بدلا من أغنية الدعوة . عدم حدوث ذلك يمكن فهمه على أساس توفير وقت
 وجهد الأنثى (وهما عاملان مهمان لنجاح تكاثر الحيوانات) . فإذا ما غنت أنواع
 كثيرة من الصراصير بشكل متقارب فإننا نعرض الأنثى للقيام برحلات غير موفقة حيث
 لا تكشف أن الذكر الذي بها عاها ليس من نوعها إلا على بعد عدة سنتيمترات . ومن
 ناحية وقت وطاقة الأنثى يتضح أن هذه الطريقة غير مجدية لإتمام التزاوج بين فردين من
 نفس النوع .

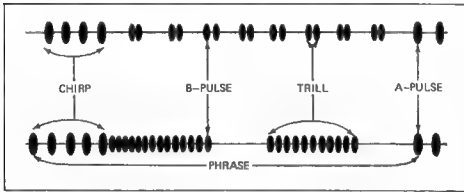
كيف يمكن للنوع أن يفك شفرة التخصص في أغنية الدعوة بناء على الميكانيكيات
 المذكورة سابقا ؟ الأغنية قد تختلف في خصائصها الطبيعية من حيث الزمن والتردد .
 وهناك دليل أن التردد الرئيسي يلعب بعض ، وليس معظم ، الدور في تخصص
 الأنواع . هذه الرسائل الصوتية تعد نقية نسبيا من حيث محتواها من الأنغام التوافقية
 hamonic content ، حيث تتكون من تردد رئيسي وعدد متباين من هذه الأنغام .

أوضحت تجارب الأغاني الصناعية أن التردد الرئيسى مصحوبا بالتمط المؤقت للنوع يكفيان لإتمام هذا السلوك المعتمد على الحركة تبعا للصوت **phonotactic** ، ورغم أن الأنواع المتصاحبة من الصرصور قد تختلف في قيمة التردد الرئيسى ، إلا أن نطاق التباين لا يكون كبيرا داخل المجموعة المتصاحبة من الأنواع . وأكثر من ذلك ، نجد أن تردد أغاني الصرصور ليس موزونا كما هو الحال في أغاني الطيور . والفارق الرئيسى بين أغاني الأنواع المختلفة هو الطراز الزمنى لسلسلة الذبذبات المكونة للأغنية الدعوة . هذه المقاييس الخاصة بالإيقاع تكون مطبوعة **stereotyped** بشكل واضح في أفراد العشرة أو النوع الحليين ، كما أنها تختلف بوضوح من نوع إلى آخر . من السهل عمل تسجيل لأغنية الدعوة واستعراض مسار ذبذبتها على رسام الذبذبات **oscilloscope** يمكن بعد ذلك تصوير هذا المسار وقياس المسافة بين الذبذبات (مقطرة بالمليمترات) ، ثم ترجمة هذه القياسات إلى أزمنة (مقطرة بالثواني) . يمكن بذلك الحصول على معلومات دقيقة عن التركيب الزمنى للدعوة (انظر : بولاك وهوى **Pollack & Hoy** - ١٩٧٩) . وكما ذكرنا سابقا ، فإنه يمكن الاستدلال على نشاط الخلايا العصبية الحركية المستولة عن تولد الأغنية بدراسة مسار الذبذبات . وعلى ذلك فمعرفة التركيب الزمنى للأغنية لا يسمح فقط بوصف السلوك ، لكنه يكون أيضاً بمثابة « نافذة » ملائمة للتعرف على الجهاز العصبى الذى ينتج هذا السلوك المدروس .

التحكم الوراثة فى غناء ذكور صرار الليل : فى الدراسات المبكرة (بيجلو **Bigelow** و ١٩٦٠ و ليروى **Leroy** ١٩٦٤) تأسست حقيقة إمكان الحصول على الجيل الأول الهجين من صرار الليل معمليا ومع أن هذه الهجن لا يمكن الحصول عليها عموما فى الطبيعة (الكسنذر **Alexander** ١٩٦٨ وهل ولوفتس - هيلز وجارتسيد **Gartside** **Plus-Hills Hill** ١٩٧٢ فى هذه الدراسات المبكرة كان التركيز على قياس معدل التذبذب للصيحات الهجينة ومقارنتها بالصيحات الأبوية أو بمقارنة محصلة الأصوات الهجينة مع الصيحات الأبوية . وقد حلل بنتلى وهوى (١٩٧٢) **Bentley and Hoy** هجن الجيل الأول **Teleogryllus** (التى درست سابقا بواسطة ليروى **Leroy** ١٩٦٤) وذلك بهدف خاص وهو عمل مقاييس شاملة لفترات الأقسام فى الأغنية عن طريق تصنيف تردد الأغاني لأفراد عديدة . وقد أمكن الحصول على هجن بين أنواع صرار الليل الحقلية **T. Commodus and T. Oceanicus** معمليا . وترديد الأغاني لهذه الأنواع معقد ومرجع ذلك هو أن كل جملة تتركب من نوعين من الذبذبات (شكل ١٠ - ١٢) وهذا يؤدى إلى العديد من فترات الأقسام التى تؤدى أنواع مجسماتها إلى وحدات

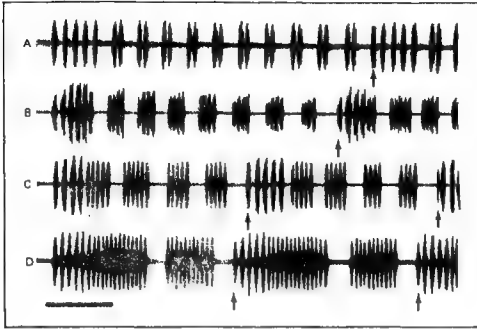
سلوكية يمكن تتبعها من خلال التجارب الوراثية . وقد كان في الإمكان أيضاً الحصول على هجين عكسي للجيل الأول وهذه أمكن الإشارة إليها T-2, T-2 بواسطة هؤلاء الباحثين و T-1 هي عبارة عن الهجين *T. Oceanicus* أنثى *T. Commodus* X ذكر أما T-2 فهو الهجين *T. Commodus* أنثى *T. Oceanicus* XX ذكر .

ويوضح شكل ١٠ - ١٣ الذبذبات (بواسطة تشغيل جزء مسجل من شريط لترديد أغنية وذلك بعرضها على مكبر للذبذبات وبذلك يمكن تصويرها لترديد الأغاني من *T. Commodus*, *T. Oceanicus* والهجين ومع أن الفحص النظري للذبذبات يوضح اختلافات في أغنية الجيل الأول بمقارنتها بالأغنية الأبوية . وتوجد العديد من الفترات بين الذبذبات يجب تصنيفها قبل إبداء إيضاحات دقيقة حول التحكم الوراثي لترديد الأغنية . ومن مثل هذه القياسات يمكن عمل هستوجرامات توضح نسبة الفترة بين الذبذبة كما هو واضح في شكل ١٠ - ١٤ .



شكل ١٠ - ١٢ : تركيب الجملة في ترديد الأغنية في *Telogyllus* وصرار الليل وتكون كل جملة من نوعين من الذبذبات

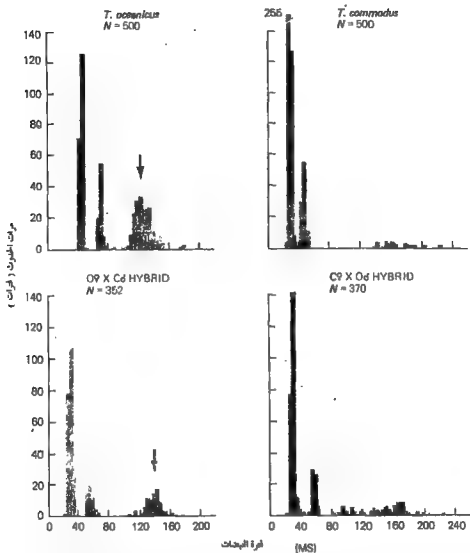
ويختلف ترديد الأغاني تماماً للجيل الأول عن كلا الأبوين ويتضح أن الفترات داخل الزرققة أو داخل الرعشات في ترديد الهجين تكون وسطاً بين فترات الأبوين المماثلة . وهذا يستبعد وجود تحكم وراثي بسيط سائد متنجى من هذه القياسات الإيقاعية . وفي الحقيقة لا يوجد أى برهان والوراثة الوسطية يمكن تفسيرها على أساس وجود العديد من العوامل الوراثية وهي الميكانيكية التي أمكن الوصول إليها في الدراسات المبكرة على وراثة الأغاني (التي تضمنت صرار الليل *Telogyllus* بواسطة ليروي Leroy و ١٩٦٤) . والوراثة الوسطية يمكن أيضاً شرحها بواسطة تحكم عامل وراثي واحد حيث تكون



شكل ١٠ - ١٣ شكل ذبذبات أغاني *T. oceanicus* (a) و *T. commodus* (d) وهجنهما العكسية السهم يوضح بداية المقطع التالي . والخط المستعرض أسفل الرسم يوضح فترة نصف ثانية (عن بنتلي وهوي Bentley & Holy ١٩٧٢) .

النفاذية غير تامة . ويمكن اختبار الهجن الرجعية للتوصل إلى أى ميكانيكية تكون مسئولة بالتحديد . ويمكن الحصول على أربعة أقسام من الهجن الرجعية في صرار الليل وتوضح الهجن الرجعية ذاتها الوراثة الوسطية ، وعلى ذلك فهي تعضد وجود العديد من العوامل الوراثية (بنتلي Bentley ١٩٧١) وهذه الاكتشافات تؤدي إلى نفس النتيجة التي توصلت إليها ليروي Leroy (١٩٦٤) في دراساتها على صرار الليل .

وقد أوضح بنتلي Bentley وهوي Hoy في دراستهم وجود عوامل مرتبطة بالجنس تؤثر في ترديد الأغاني وقد اختلف الهجينين العكسيين T-2, T-1 عن بعضهما في الطول والنوعية بين الرعشات وفي سرعة استقبال الجمل . وتشير الأسهم في الرسوم البيانية النسبية للفرقات بين النبضات (شكل ١٠ - ١٤) إلى الفترة بين الرعشة والتي تكون واضحة في أغنية *T. Oceanicus* صرار الليل من النوع أو شيانكي والتي تكون غانية في النوع كومودس *T. Commodus* وصرار الليل XO لتعيين الجنس حيث يتلقى الذكر



شكل ١٠ - ١٤ : المسوحات النسبية للفترة من النبضات لترديد الأغاني في أنواع صار الليل والليل الأول المجهن يوضي كل مسوحات تحليل لأغنية فرد واحد من صرار الليل . N عدد الفترات التي قيست والفترات من ثلاثة طرز : داخل الزقزقة ، داخل الرعدة وبين فترات الزقزقات وتشير الأسهم بوضوح إلى الفترات بين الزقزقات (عن بنتل Bentley وهوي Hoy و ١٩٧٢) .

كروموسوم الجنس X الوحيد من أمه وعلى هذا فجميع ذكور T-1 تتلقى كروموسوم X من النوع أوشيانيكس *T. Oceanicus* وبالمثل. فإن ذكور T-2 تستقبل كروموسوم X من كروموسوم *T. Commodus* وجود أو غياب فترة بين النبضات في ترديد الأغنية يكون مرتبطاً بمنشأ كروموسوم X . وعلى هذا يمكننا أن نستدل على وجود عوامل مرتبطة بكروموسوم X والتي تؤثر في التركيب الايقاعي لترديد الأغنية .

والتحكم الوراثي في إنتاج الأغنية يمكن تلخيصه على النحو التالي :

- وجود العديد من العوامل الوراثية لترديد الايقاع ويعضد ذلك اكتشاف أن داخل فترات الرقعة وداخل فترات الرعدة تكون وسطا في الجيل الأول بين قيم الأبوين وتكون متشابهة بين الأفراد لكل أقسام الهجن العكسية . والأغاني الهجينة تكون مختلفة تماماً عن أجداد كلا الأبوين .

- توجد ملاحظ قليلة لترديد الايقاعي مثل الفترة بين الرعشات تتأثر بالعوامل المرتبطة بالجنس .

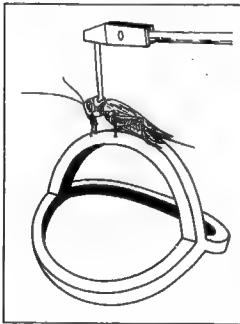
- التحكم الوراثي يكون موزعا بين عدد مجهول من الاتوسومات وبين كروموسوم X . وعلى ذلك فالتحكم الوراثي في الأغنية يرجع إلى العديد من الكروموسومات كما هو بين العديد من العوامل الوراثية .

التحكم الوراثي لاستجابة الإناث لترديد الأغاني

يصلز الذكر أغنياته بجسمته والتي ترشد إلى كل من موقعة ونوعه ولكن المستقبل المقصود لندائه وهي الأنثى المقصودة لا تستطيع ردا للنداء . فالإناث لا تصدر صوتا ولكن تكون استجابتها للنداء عن طريق مشيها إلى اتجاه مصدره ويتضح جليا أن الأنثى من صرار الليل مهية لاستقبال الأصوات الخاصة بنوعها وربما يكون ذلك ورجعا لتنظيم أو برنامج وراثي . ويمكن اختبار ذلك بقياس مقدرتها على استكشاف الصوت الخاص بنوعها من أصوات متداخلة . والإناث يمكنها ويجب أن تستكشف وتكون منجذبة لترديد الأغاني الذكرية المتخصصة .

وقد سبق أن وضحنا وراثة ترديد الأغنية في صرار الليل *Telogyryllus* فالذكور الهجينة وجدت لها أغانيها الخاصة المختلفة تماماً عن الأغاني الأبوية فكيف تكون الاستجابة للإناث الهجينة لنداءات أنواعها الأبوية وعلى وجه الخصوص الذكور الأخوية لها ؟ فالانجذاب النسبي للإناث من صرار الليل لترديد الأغاني الأبوية والهجينة يمكن قياسها بوضع أنثى مكبلية على متاهة بشكل حرف Y في مجال صوتي موجه . فالأنثى المكبلية تمشي على متاهة ستيرفوم *Styrofoam* في الهواء الطلق ؛ فعندما تسير الأنثى تتحرك المتاهة من تحتها إلى الخلف (شكل ١٠ - ١٥) . وتتكون المتاهة من ثلاثة ممرات مستقيمة طول كل منها ٢١٠,٥ سم ومتصلة ببعضها بنقطتين اختباريتين من أشكال حرف Y (بزواية ٩٢°) . وفي كل Y فإنه يستوجب على الأنثى أن تختار إما الفراخ الأيمن أو

الذراع الأيسر للمتاهة فعندما تختار الأنثى فإنها تعود مرة مستخدمة الممرات المستقيمة التي تؤدي إلى اتصال Y الآخر وهكذا . وقد أمكن هذا التحليل كل من هوى **Hoy** وبارل **Paul** (١٩٧٣) من قياس الاستجابة الانثوية لترديد الأغاني تحت ظروف من التحكم . وقد وصفت إناث بكارى من كلا النوعين بالإضافة للإناث المهجنة T-1 على متاهة ستيروفوم **Styrofoam** وعند بث أغاني التزاوج من أحد مكبرى الصوت الموجودين على يمين ويسار المتاهة . فإن السلوك الاختياري في مجال صوتي موجه (يعبر عنه بالاستجابة الصوتية) تعطى مقياساً للانجذاب النسبي للأغنية المختيرة . وقد توافقت الاستجابة الصوتية مع السلوك الحركي لحشرات صرار الليل الحرة في مجال صوتي موجه . وقد وجد هل **Hill** ولوفتس **X** هلز **Loftus-Hills** وجارتسيد **Gartside** (١٩٧٢) أن المشى الحر في كل من صرار الليل أو شيانيكس **T.Oceanicus** وكومودس **T.Commodus** أدى إلى استكشاف أنواعها .



شكل ١٥ - ١٠ : أنثى من صرار الليل مكيلة في مجال ليل على المتاهة على لفطيلها للأغنيات الذكورية المختلفة (بصرع من هوى R.Hoy) .

وقد وجد هوى **Hoy** وباول **Paul** على متاهة Y أن أوشانيكس **T.Oceanicus** وكومودس **T.Commodus** استكشفت أنواعها على وجه الخصوص . والعجيب في النتيجة التي تضمنت المهجين . فالإناث المهجنة T-1 فضلت الأغاني للذكور الأخوية T-1 أكثر من الأغاني لكلا الأبوين (جدول ١٠ - ٢) وقد وضع هوى **Hoy** وباول **Paul** (١٩٧٣) تعرفاً للاستجابة الصوتية التحكمي دليلاً على اللقاء « قوى » كمعيار إذا

جداول ١٠ - ٢ : الاستجابة الصوتية في ١٤٧ أنثى من صرار الليل لترديد الأغاني المتعلقة واختلفة

الإناث على المستوى (%)	الإناث على المستوى المجموع المجموع	طراز: تردد الأغنية
	أوشيانيكس على المنصة T.	
63.6	14/22	أوشيانيكس T.
18.0	4/22	كومودوس T.
	كومودوس على المنصة T.	
20.0	3/15	أوشيانيكس T.
75.0	21/28	كومودوس T.
	على المنصة (T-1) المجهين	
27.3	3/11	أوشيانيكس T.
38.0	8/21	كومودوس T.
75.0	21/28	مجهين (T-1)

المستوى كان ٢٠/١٥ اختياراً صحيحاً في اتجاه كلا من الصوت الصادر سواء من المجهين أو من اليسار .
المصدر هوى Hoy وباول ١٩٧٣ بواسطة الجمعية الأمريكية لتطوير العلم .

كان على الأقل ١٥ من ٢٠ اختياراً كانت في اتجاه مصدر الصوت في كل اتجاه وكان تردد الصوت يصدر من خلال مكبر واحد فقط للصوت وذلك حتى يتم ٢٠ اختياراً وكانت نفس الأغنية تصدر من خلال مكبر الصوت الآخر للاختيارات العشرين الأخرى . وعندما كانت الأنثى أوشيانيكس *T.Oceanicus* على المنصة فإن ١٤ أنثى من بين ٢٢ قد وافقوا المستوى المحدد عند عزف أغنية من أوشيانيكس *T.Oceanicus* وبالمثل عند وجود إناث كومودوس *T.Commodus* على المنصة فإنها فضلت الأغاني من نفس نوعها مثلما فعلت تماماً الإناث أوشيانيكس *T.Oceanicus* وهذا السلوك هو ما حصل عليه بالضبط كل من هل Hill ولوفتس - هيلز Loftus-Hills وجارتسيد Gartside (١٩٧٢) في حالة المشي الحر . وفي النهاية فقد وجد هوى Hoy وباول Paul أن ٧٥ في المائة من الإناث المجهنة T-1 قد وافقت المستوى عند عزف الأغنيات المجهنة وأن ٣٨ في المائة فقط قد وافقت المستوى عند عزف أغنية كومودوس *T.Commodus* وأن ٢٧٠ في المائة قد وافقت المستوى عند عزف أغنية أوشيانيكس *T.Oceanicus* .

وتصدر الذكور المجهنة من حشرة صرار الليل *Teleogryllus* أغان فريدة من السهل

تميزها من أغاني كلا الأبوين . ونجد الإناث المهجنة من صرار الليل الأغاني من المتوافقة من هجتها أكثر جاذبية من أغاني كلا نوعي الأبوين (هوى وآخرون *Hoy et al* ١٩٧٦) وربما يكون لكل من هاتين الظاهرتين أساسها الوراثي . والتفسير لذلك أن صدور إشارة من الذكر ويكون لها استقباليها وترجمتها في السلوك الجركي في الإناث يكون متوافقا وراثيا لحد ما . وربما يكون جهاز الاستقبال للأغاني المهجنة يتسق مع أغاني الذكر المهجنة . وهذا يفرض لفرض أنماط عصبية يمكن بواسطتها للتوافق الوراثي أن يفضي إلى توافق عصبي وظيفي ، ولكن يبدو أن الأمر مازال مبكرا لقبول الميكانيكية الدقيقة . وواضح مع ذلك أن ذلك يمكن أن يفتح طريقا « لتصميم » نظاما للقاعات . وقد أكد علماء التطور البيولوجيين أن جاذبية توافق الإرسال والاستقبال هو خاصية أنواع بذاتها (الكسندر *Alexander* و ١٩٦٢) .

الخلاصة

إن دراسة السلوك الوراثي في صرار الليل يقدم طريقة جديدة لدراسة السلوك الوراثي المحكوم بعدد من العوامل الوراثية فتريد الأغاني تعطي وحدات يمكن قياسها للسلوك والتي يمكن تبسيطها في تجارب التهجينات . فالسلوك الصوقي حقيقة أساسه هو خاصية للأصناف ذاتها للتبادل وهو يعطي الفرصة لتطبيق التحليل الوراثي والتي تكون لها تفسيرات يتضمن حيوانا مفردا . ومع هذا فإن القليل جدا أساسه عن توارث صرار الليل (فعل سبيل المثال لم تعمل له خرائط كروموسومية) ، فالتقدم الوراثي عن السلوك الصوقي يعطي إمكانية لفتح آفاق جديدة لمشاكل أكثر عموما عن وراثة السلوك وتطور السلوك (هوى *Hoy* ١٩٧٤) .

١٠ - ٩ الأسماك

السجلات عن السلوك الجنسي في الأسماك المفلطحة *Xyphophorus maculatus* و *X. helleri* وفي أسماك أبو سيف *X. helleri* وفي ذكورها للجيل الأول F_1 والجيل الثاني F_2 والمجن الرجعية قد دونت ملاحظاتها من خلال سلاسل من أكثر من ١٠٠٠ عشر دقائق طولاً من خلال تجارب صممت لايضاح ميكانيكية التخصيب في هذه الأسماك التي تعيش في المياه العذبة (تقريرنا هذا يعتمد على المؤلفين : كلارك *Clark* وأرونسون *Aronson* وجوردون *Gordon* ١٩٥٤) وبعض الملاحق هي :

• أعضاء الجماع (هي زوائد تستخدم للمهام التكاثرية) والتي تلج يمكن التميز

سلوكيا بينها وبين الجماع ويمكن تقديره من خلال تكتيك هرس القناة الجنسية (فإن ملاحظة الحيوانات الحية المستخلصة بواسطة ماصة الميكروسكوب) فإن الولوج منفردا لا يؤدي لتخصيب الإناث .

• عضو الجماع هو عضو خطافي للتثيت وقد تحولت قمته لتكون أداة مهمة للامساك . وفي غياب ميكانيكية التثيت هذه لا يحدث الجماع وتكون ذكورا مختنئة ولا تخصب الإناث .

• الزعفة البطنية والتي على جانبها يتعلق عضو الجماع تتحرك إلى الأمام وتعتبر جزء مكمل لميكانيكية الجماع وفي حالة غياب أيها من الزعائف البطنية فإن قابلية نقل الحيوانات المنوية إلى الأنثى تقل كثيراً .

• مع أنه تشابه طرق الغزل في كل من الأسماك المفلطحة وأسماك أبو سيف فإنه توجد بعض الاختلافات الكمية والنوعية يمكن بيانها . فالعديد من السلوكيات مثل التعلق والمشى جانباً والاهتزاز والعرض والولوج والجماع يمكن ملاحظتها في علاقة الغزل لكل من الأسماك المفلطحة وأسماك أبو سيف . يلاحظ طرزين سلوكيين عند مغازلة ذكور الأسماك المفلطحة وهي النقر والتراجع في خجل لا تلاحظ في حالة غزل أسماك أبو سيف ومن ناحية أخرى فإن ذكور أسماك أبو سيف تفضل نوعين من سلوكيات الغزل تتجمل في المبالغة في الارتداد إلى الخلف وكذلك العضضة والتي لا يمكن ملاحظتها في الأسماك المفلطحة .

ومن أهم الاختلافات الكمية المميزة في السلوك الجنسي بين الأسماك المفلطحة وأسماك أبو سيف وهجتها المختلفة كان مرتبطاً بعملية الجماع . فمتوسط فترة الجماع كانت أطول في أسماك أبو سيف (٢,٣٩ ثانية) أكثر من الأسماك المفلطحة (١,٣٦ ثانية) . وتجماع أزواج أسماك أبو سيف في التو (بمتوسط دقيقة واحدة) خلال ١٠ دقائق وهي فترة الملاحظة أكثر من الأسماك المفلطحة (بمتوسط ٥ دقائق) . على أنه في الأسماك المفلطحة . كانت تجماع مرات أكثر (٢٦,٧ في المائة من مرات الملاحظة بمقارنتها بـ ١٣,٤ في المائة في أسماك أبو سيف) . وكانت عدد مرات التخصيب الناتجة من عمليات الجماع أعلا في الأسماك المفلطحة (٨٦,٠ في المائة) أكثر من أسماك أبو سيف (٣٩,٤ في المائة) . وفي هجن الجيل الأول F_1 فإن نسبة الجماع (٢٩,٠ في المائة) كانت أكثر قليلاً من الأسماك المفلطحة وكانت عدد مرات التخصيب بعد الجماع وسطاً (٦٤,٣ في المائة) بين الأبوين وفي الجيل الثاني F_2 والهجن الرجعية كانت هذه أقل

كثيراً . على العموم فإن سلوك الجماع في هجن الجيل الأول إما أن يكون وسطاً أو مشابهاً لأسماء أبو سيف . بعض الملاحع عن السلوك الذكري الجنسي في هذه الأسماك غالباً ما يكون محكوماً وراثياً ولكن لا يوجد نموذج مبسط للتوارث . ليلاهم البيانات المتحصل عليها ، يمكن الأخذ بعين الاعتبار تحكم العديد من العوامل الوراثية .

الدراسات على مجاميع الأسماك بين الأنواع يوضح وجود عزل تكاثري تام بين الأسماك المفلطحة وأسماء أبو سيف عندما يكون هناك مجالا للاختيار ومع ذلك قد يلاحظ وجود عزل بين الأنواع المختلفة . وعندما لا يكون هناك مجالا للاختيار فإن الجماع بين الأنواع المختلفة يمكن أن يتم وتكون النسبة المتوية للتخصيب منخفضة نسبياً (١٨,٢ في المائة) .

والعزل التكاثري المؤثر بين أسماك أبو سيف والأسماك المفلطحة يبدو أنه يرجع جزئياً إلى نظام من ميكانيكيات العزل . ولا يمكن لإحداها فقط بعملية العزل ولكنها تعمل معاً بتوافق وهذه العوامل تسبب قلة احتمال التهجينات وعلى ذلك تحت الظروف الطبيعية يكون العزل التكاثري . ومن سوء الحظ أن التحليل الوراثي المخالف الذي يمكن الحصول عليه في العشائر القريبة من دروسوفلا (قسم ٥ - ٣) من المستحيل إجراؤه هنا (ولكن انظر فرانك Frank ، ١٩٧٠) . فعلى سبيل المثال داخل النوع المركب من دروسوفلا بوليستورم D.Paulistorum وفي دروسوفلا سيدأبسكيورا X دروسوفلا برسيميلىس (نان Tan ، ١٩٤٦) ، فالعزل التكاثري (بين سلسلة من جميع ميكانيكيات العزل ، قسم ١٣ - ٢) أمكن ملاحظة أنه يرجع لتحكم العديد من العوامل الوراثية . يمكن أن ينطبق ذلك أيضاً على هذا الزوج من أنواع الأسماك والترتيب المعروف لعوامل العزل تكون على النحو التالي :

- العزل البيئي والجغرافي : الانعزال الجزئي حيث تعيش أسماك أبو سيف بالقرب من المنابع سريعة الجريان أما الأسماك المفلطحة فتعيش في تيارات مياه بطيئة في أنهار الأماكن المنخفضة .

- العزل الوظائفى : الاختلافات في جهاز الإحساس وحدود الاستجابات الجنسية والسلوك الجنسي والاستجابة للمؤثرات .

- العزل الجاميطنى : الحيوان المنوى يكون أقل حيوية في القناة التناسلية للإناث عند اختلافها على أنواع الذكور ؛ وذلك يؤثر على التنافس بين أنواع الحيوانات المنوية المماثلة لنوع الأنثى أو المختلفة .

• العزل الوراثي : فشل الهجين ، يؤدي إلى عقم جزئي للهجين .

على أنه في أسماك الجوبي *Poecilia reticulata* يوجد على الأقل ثلاثة من العوامل المرتبطة بكموسوم Y الخاصة بلون الذكور والتي تختلف عن « الطراز الوحشي » *Wild type* في مجموعة هذا النوع (فار Farar و ١٩٧٧) وهذه الطفرات تعرف بأسماء *Pauper, armatus, maculatus* والتي تتجمع الإناث من ٧ - ١٣ مرة تفصلها فترات تبلغ خمسة دقائق وخلال نصف ساعة تكون استجابة الأنثى موجبة ، حيث تستجيب مرة أخرى لذكر آخر إذا كان مختلف اللون أو التركيب الوراثي عن ذكرها الأول . فالأنثى الناضجة من الجوبي غالباً ما تفضل الذكور النادرة أو الجديدة (إذا اختبرت في ٩ : ١ أجزاء) وعلى ذلك تكون الذكور النادرة أكثر نجاحاً في التزاوج (انظر قسم ٨ - ٤) . مثل هذا الاختيار الجنسي للأنثى يعتقد أنه المسؤول جزئياً عن المحافظة على تعدد ألوان الذكور في الطبيعة .

وعلى سبيل الصدمة فطائر البشروش الذهبي *Gold Flamingo* توجد اختلافات معروفة من كلا الجنسين يمكن سردها والتي يمكن أن تكون معروفة لدى القارئ والتي يحكم لون الجسم الذهبي جيد متتحي جسمي واحد وتوجد أنواع ذات اللون الذهبي إلى لون آخر يرتقى ولكن توارثه غير معروف وقد درس التنافس الجنسي الذي تضمن هذه الطفرة بواسطة فار (١٩٧٣) في ترينيداد ، غرب الانديز فإن أسماك الجوبي المأخوذة من الينابيع والتي تعزل من المنبع تميل لتكون كبيرة الحجم وتكون الذكور ألوانها لامعة وقد يفوق عدد الإناث عن عدد الذكور إلى حوالي ٤ : ١ وتكون الأسماك منتشرة في الجري المائي وتظهر تحاشياً ضئيلاً لاستجاباتها لأنواع من المشاكل (ليلي Liley و Seghers و ١٩٧٥) . ويرتبط بهذه الملامح الواضحة ، سرعة جريان الماء ، انخفاض النسيب لدرجة الحرارة والغياب النسبي للمفترسات المائية .

وفي الأجزاء المنخفضة من المجارى المائية والأنهار فإن أسماك الجوبي تميل إلى صغر الحجم وتكون الذكور أقل لمعانا ومتعددة تماماً كما في الإناث . وتظهر مقدرة أكبر في استجابات التحاشي وقد تكون أسراب السمك على طول حافة الجري أو النهر . وفي هذه الحالة فإن هذه الملامح تكون مرتبطة ببطء حركة الماء (غالباً ما يكون عكراً) ، وارتفاع درجة الحرارة وغياب الظل . ويوجد أيضاً أنواع عديدة أخرى من الأسماك وتتضمن أنواع كبيرة الحجم يمكن أن تكون مفترسة .

وعلى ذلك مجموعة أسماك الجوبي تختلفان في عدد من الصفات الظاهرية والسلوكية . وفي التجارب على أسماك الجوبي من العشريتين المختلفتين عند رفع درجات

الحرارة أوضحت أن الاختلافات في حجم الأسماك البالغة من الجنين وخاصة الإناث تتحكم فيها الوراثة جزئياً تماماً مثل استجاباتها الجينية لحالات الحرارة المختلفة . وقد اقترح أن الانتخاب في الحجم ومرجعة عملية الافتراض قد يكون أحد العوامل التي يتضمنها العنصر المختلفة الحجم للأسماك البالغة وقد أمكن الحصول على برهان تجريبي للتأكد من ذلك . وعلى ذلك يمكن الحصول على شكل ظاهري معقد من السلوك والشكل الظاهري نتيجة للانتخاب الطبيعي في بيئتين مختلفتين . ومن المدهش أن ذلك يمكن أن يتضمن تبايناً في أسراب السمك وهو نموذج من السلوك الاجتماعي والذي يحى الأفراد من الافتراض .

خلاصة القول مثلما نوقش صرار الليل في القسم السابق فإن دراسة أنواع السمك معملياً وفي الطبيعة يمكن أن ينير الطريق لمشاكل عامة على تطور السلوك . وبمعنى آخر فإن نتائج بعض أنواع الدروسوفالات يمكن التوصل إليها في الفصول السابقة يمكن تعميمها على أنواع أخرى .

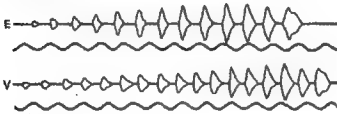
١٠ - ١٠ الضفادع والعجور

الضفدع *Rana pipiens* من الأنواع الكبرى ، والأنواع المركبة تتوزع في شمال أمريكا والتي تتكون من تباينات عديدة عن الضفادع المرقطة (يمكن الرجوع إلى مور Moore و ١٩٧٥) حوالى ١١ نوعاً وأو تحت أنواع يمكن تعريفها بواسطة أصواتها الذكرية فقط التي تميزها . الاختلافات في الشكل الظاهري (توزيع الصبغات على الجسم والثنيات الجسمية والقنوات التناسلية الداخلية) ومن الناحية الوظيفية (الاختلاف الانزيمى ودرجة الحرارة وتفضيلها لأجواء معينة والعوامل المحددة) أو في كفايتها على التهجين (الهجين ثنائية الكروموسوم بين العنصر تماماً مثل أحادية الكروموسوم والتجارب التي أجريت على ثم زرع الأنوية في البويضة) والتي ليست بالسهولة رغم أهميتها كمؤشرات قوية على العلاقات الوراثية تماماً مثل أصوات الغزل الذكرية (انظر ليتليجون وأولدهام Littlejohn and Oldham و ١٩٦٨ وليتليجون Littlejohn و ١٩٦٩ حيث أخذت بعض الأجناس الأخرى في الاعتبار) . ومازالت وظائف مثل هذه الأصوات مهمة .

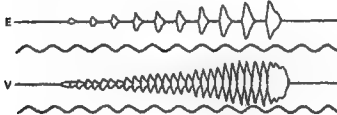
يوجد عدد من الأنواع (التي تنتمي لنفس الجنس) وهي مجاميع الأنواع التي تنشأ في منطقة جغرافية واحدة أمكن تحليلها الآن ومقارنتها في كل من أمريكا وأستراليا . وفي

العديد من الحالات كانت الاشارات مميزة تماماً وكانت مختلفة في عديد من المكونات وعلى هذا فإن البرامج المكثفة لتمثيل الأصوات والاختيارات الاستكشافية يمكن أن تؤدي إلى تقدير المكونات المجموعة للمعلومات (ليتيجون Littlejohn و ١٩٦٩) . على العكس من ذلك في الأنواع القريبة من بعضها والتي تختلف أساساً في مكون واحد فقط - فإن سرعة تكرار النبضات ، والتي قد تختلف نتيجة عاملين أو أكثر والتشابه بين هذا الموقف وبين ما سبق مناقشته في حالة صرار الليل يجب أن يكون واضحاً .

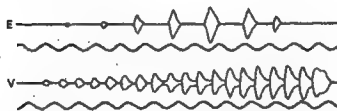
أنواع النطق جبرالياً



أنواع متداخلة جبرالياً قريبة



أنواع متداخلة جبرالياً بعيدة



شكل ١٠ - ١٦ : ذهبيات ضفادع الأشجار الأسترالية *H. ewingi* (E) لأصوات الزواج في عشائر مختلفة ومتشابهة جغرافياً . توجد نوتة لكل تليق يمكن ملاحظته . ويوضح الخط السفلي لكل ذهبيات ٥٠ دائرة لكل ثانية كأساس للمقارنة (عن ليتيجون Littlejohn ١٩٦٥) .

وقد درس ليتيجون Littlejohn و (١٩٦٥) ضفادع الأشجار الأسترالية *H. vereauxi* و *H. ewingi* والتي يوجد تداخل في مداها الجغرافي حيث تعيش في المناطق الساحلية الجنوبية في أستراليا . وقد وجد أن العشائر المتباعدة من هذين النوعين لهما نفس أصوات

التزاوج في حين أن العشائر المتشابهة جغرافيا مميزة تماماً وتختلف في تكرار النبضات وفي اتساع مدى طبقة الصوت ويتضح من شكل ١٠ - ١٦ توجد مقارنة فقط للذبذبات وتوضح هذه النقطة تماماً . ومن الممكن أن تكون الاختلافات في العشائر المتشابهة جغرافيا كنتيجة مباشرة للانتخاب لزيادة الكفاءة التناسلية ، وعلى ذلك تكون الخلافات البسيطة الملاحظة في الأنواع المتباعدة جغرافيا يمكن أن تكون قد تدعمت في الأنواع المتشابهة جغرافيا (قارن قسم ٥ - ٣ حيث توجد مقارنات مماثلة عملت بين تحت أنواع دروسفلا بوليستورم) .

وقد لخص بلير Blair (١٩٧٤) أصوات التزاوج على أنها ميكانيكية عازلة قبل الجماع في العديد من الضفادع والملجومات وخلص إلى :

١ - أصوات الذكور التي تحت على الجماع هي خاصية مميزة للأنواع وهي معروفة في قسم جميع عائلات الضفادع والملجومات .

٢ - في القليل من الحالات والتي أقيمت فيها التجارب فإن عيوب التنافس للذكور المحبنة في التزاوجات قد وجدت .

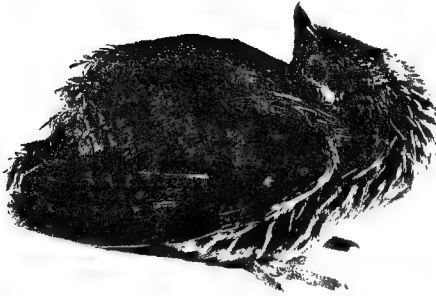
٣ - أصوات التزاوج في الأنواع المتشابهة جغرافيا والتي تميزت عن بعضها بمقارنتها بالأنواع المختلفة جغرافيا لأزواج قليلة من الأنواع قد درست بوفرة .

٤ - وفي مجموعة النوع فالمقارنات بين الأنواع المتشابهة جغرافيا والمتباعدة جغرافيا أظهرت اختلافات أكثر بين الأنواع المتشابهة جغرافيا .

وفي النهاية هناك برهان فمن مدة تزيد عن ٣٠ عاما في نوعين أمريكيين من الملجومات *B. woodhousei*, *Bulf americanus* والتي نشأت من التهجين الذي ربما يكون مرجعه إلى إخلال الإنسان بالبيئة ليكون عشائر ضررة . وهذا يؤدي بدوره إلى برهان مقنع إلى حقيقة تدعم ميكانيكيات العزل في الضفادع والملجومات في الأمسيات والتي تؤدي إلى نشوء الأنواع .

١٠ - ١١ السمان

هناك جين أوتوسومي متنحي sg عندما يوجد بحالة أصيلة فإنه بسبب تحديق الطائر إلى أعلا كما لو كان راصدا للنجوم في السمان الياباني *Coturnix coturnix japonica* (شكل ١٠ - ١٧) هذا السلوك الشاذ يتضمن بداية ارتداد الرأس إلى الخلف ويحدث



شكل ١٠ - ١٧ : السمان اليابالي راصد النجوم يبلغ من العمر شهر واحد (عن سالفج Savage وكولينز Collins - ١٩٧٢) .

هذه الحركة إذا حبس الطائر فجأة أو تعرض لوضع شيء مبهم أو معتم عليه . وتظهر هذه الصفة بوضوح كلما تقدم الطائر في العمر ولا يمكن التعرف عليها حتى يبلغ الطائر على الأقل ٣ أسابيع من العمر . وعندئذ تحدث مبالغة في الحركة وتظهر بوضوح وربما تؤدي إلى حركة دائرية أو ينجثم على الرقبة مسندا رأسه على الأرض . ولا يظهر أن لذلك أثرا على قابلية الطائر للطعام أو نموه طبيعيا من الذكور والإناث التي تكون أصيلة للعامل sg تكون خصبة . وأكثر من ذلك يوجد الآن قليل من الطفرات الأخرى معروفة في السمان وقد أجريت التهجينات المتبادلة بين خمسة سلالات نقية من السمان للدراسة السلوك المتعلق بحل لتعلم الواجب بالطرق المنقطعة . وأكثر من ١٢ جيلا بالانتخاب المزدوج أمكن الحصول عليها للدراسة السلوك والوظائف الخاصة بالتزاوج (كيكير Kiker وسيجل Siegel وهينكلمان HinKelmann ١٩٧٦ وكوننجهام وسيجل Cdonningham and Siegel ١٩٧٨) . وقد أوضح الأخيران عدداً من الأهمية عن الاستجابات غالبا ما تكون بسيطة إلا أن الهجن المتبادلة أظهرت اختلافات بيئية بين السلالات النقية في معلم المكونات عن تعلم الواجب فعلى سبيل المثال في مجموع الاستجابات الصحيحة في الاستجابات الصحيحة المتتابة .

وحديثاً أوضح كوفاش **Kovach** (١٩٧٤) أن السمان الياباني يمكن أن يمتاز بالألفة عند تربيته بالمعامل للدراسة تجارب وراثه السلوك . فعلى سبيل المثال فقد أجرى كوفاش **Kovach** بنجاح تجارب على الانتخاب الموجة كطريقة لتفضيل الرؤية . وقد أجرى حديثاً على أفراخ السمان دراسات على تفضيلات الرؤية باستخدام متاهة صممت مشابهة لتلك التي استخدمت كمتاهات عن تقسيم الضوء في حشرة الدروسفلا (قسم ٨ - ٣) . وقد ظهرت استجابات سريعة للانتخاب المزدوج للتفضيل بين اللونين الأحمر والأزرق باستخدام هذه الطريقة (كوفاش **Kovach** و ١٩٧٧ و ١٩٧٨) .

وعندما يصل السمان الياباني إلى مرحلة النضج الجنسي عند ٤ إلى ٨ أسابيع فتصبح تكاليف تربيته زهيدة ، ويبدو أن هذا النوع سوف تزداد أهميته كنموذج من الكائنات للدراسة وراثه السلوك في الطيور . ويوجد عدد معقول من الجينات معروف حتى الآن وتوجد إمكانية للدراسة المسائل التطورية باستخدام عدداً من السلالات البرية .

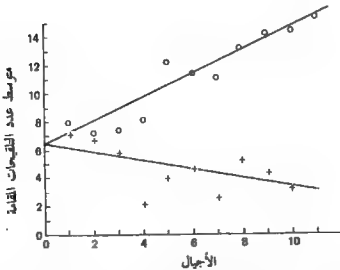
١٠ - ١٢ الدجاج

من وجهة النظر الاقتصادية فقد أجريت دراسات على تخضين البيض (أعطيت الأهمية للدجاج البياض) في الدجاج الأليف . هذا ببساطة لأن الدجاجات التي لا تخضن بيضها بعد وضعه غالباً ما تعوض مالكيها بعائد مالى أكثر . وليس عجيباً أن يكون هناك انتخاباً صناعياً بواسطة الزراعة لعدم التخضين . فمثلاً فولر **Fuller** و ثومبسون **Thompson** (١٩٦٠) أوضحوا أنه بعد انتخاب لمدة ١٨ عاماً في محطة التجارب الزراعية في ماسوشتس . ففى تلك المحطة قلت نسبة التخضين المتسلسل إلى التخضين المنفرد من ٣,٥ إلى ١,١ وقلت النسبة المئوية الدجاج الحاضن من ٨٦ إلى ٥ . وقد وجد تلازم بين سلوك الأمهات والنسل من إناتها كما هو متوقع أن صفة متورثة . وفى بعض السلالات المعنية على سبيل المثال للجهورن الأبيض يعرف أنه لا يخضن البيض . وفى التهجين بين السلالات المختلفة وضح أن العوامل المرتبطة بالجنس لها أهمية كبيرة في عملية تخضين البيض ولكن ذلك لا يمكن تطبيقه بالنسبة لجميع السلالات . (لاحظ أنه في ذكور الدجاج تكون متشابهة الجاميطات أما الإناث فتكون مختلفة الجاميطات) .

وقد سجلت سلوك التزاوج في عمر البلوغ (٣١ إلى ٣٤ أسبوعاً) وذلك لوضع ديك واحد مع قطيع من ثمان دجاجات حديثة العمر لثان من فترات الملاحظة مدتها ١٠ دقائق . وقد سجل العدد التراكمي لعدد اللقاحات التي تمت (سيجل **Seigel** -

١٩٧٢). وكانت الملاحظات الأولية على قطع عشوائى غير منتخب أثبتت - كندى . والانتخاب للمرات العديدة من التلقيحات وكذلك المنخفضة أجريت لأكثر من ١١ جيلًا وقد أعطت تشتتًا يمكن أخذه في الاعتبار (شكل ١٠ - ١٨). وفي الجيل الحادى عشر هذا فإن السلوكيات القريبة مثل الوطء و (حيث يعطى الذكر الأثنى) والامتطاء والغزل والعنوانية النسبية التى تشاهد فى التزاوج كلها أمكن قياسها . وكانت النتائج لهذه السلوكيات متوافقة فى نظامها مع عدد التلقيحات التامة (جدول ١٠ - ٣) كما هو متوقع حيث وجد تلازماً وراثياً عالياً بينها وبين عدد التلقيحات التامة وقد وجد أنراً تجمعياً لجين أوتوسومى يتسبب فى الوصول إلى مستويات عالية من هذه الصفات (كوك Cook وسيجل Siegel وهنكلمان Hinkelmann و ١٩٧٢) .

وقد قدر السلوك المغزلى بعدد مرات الجماع (جدول ١٠ - ٣) وهذا السلوك ذو دور مزدوج فى الدواجن حيث تكون أهميته من الناحية الجسمانية الرياضية والناحية الجنسية . والتلازم الوراثى بينها وبين عدد مرات التلقيحات التامة كان منخفضاً أكثر منه مع عدد مرات الوطء والامتطاء . والوراثة فى عملية الغزل عند نسبتها إلى عدد مرات التلقيحات التامة تكون مختلفة تماماً . وهذا معقول حيث أن البيانات تشير إلى أن مكون العنوانية فى عملية الغزل قد يكون مرجعه أولاً إلى ملامحه الجنسية (سيجل Siegel و ١٩٧٢) ويجب عند أخذ البيانات فى جدول ١٠ - ٣ فى الاعتبار أن تكون فى ضوء هذه الملاحظات .



شكل ١٠ - ١٨ : الانتخاب الثانى الموجة لعدد مرات التلقيحات التامة . الانحدارات المستقيمة كانت مناسبة لموسمات الأجيال فى كلا الاتجاهين (عن سيجل Siegel و ١٩٧٢) .

جدول ١٠ - ٣ : متوسط عدد مرات التلقيحات الثامنة والسلوكيات المرتبطة ، عدوانية الذكور ووزن الجسم والعمر عند أول بيلة وإنتاج البيض اللدود من تربيّات التلقيحات H (تلقيحات مرتفعة) و C (تلقيحات قياسية) و L (تلقيحات منخفضة)

تربيّات التلقيحات	الصفات	السلوك			وزن الجسم		إنتاج التجمّعات		
		الصفات	الزمن	الاستعداد	المجموع	عدد التجمّعات	أول بيلة	إنتاج التجمّعات	إنتاج التجمّعات
		الصفات	الزمن	الاستعداد	المجموع	عدد التجمّعات	أول بيلة	إنتاج التجمّعات	إنتاج التجمّعات
HH		14.3	14.9	16.6	88	42	826	655	180
HC		11.7	12.1	13.5	79	57	844	684	181
CH		10.2	10.6	11.2	83	55	854	718	188
HL		7.5	7.8	9.0	78	61	873	887	178
CC		5.9	6.3	7.0	81	49	875	713	188
LC		5.8	6.0	6.2	59	37	858	731	174
LH		4.8	5.2	5.8	70	52	908	753	174
LL		3.3	3.5	4.0	66	49	844	702	175
CL		0.8	1.4	2.6	50	40	823	688	172

الحروف الأول يمثل الذكر والثاني يمثل الأنثى
المصدر : يتصرف من كوك Cook رسيجل Siegel و هكلمان Hinkelmann ١٩٧٧ .

العدوانية النسبية وهي ما يعبر عنها كنسبة مئوية لعدد مرات الانتظار بين ذكرين تظهر علاقة ضعيفة مع السلوك الجماعي للذكور (جدول ١٠ - ٣) ؛ فالتلازم الاحصائي بين العدوانية والسلوك الجماعي في الذكور كان مقتربا من الصفر . وعلى ذلك قد تكون هناك علاقة بسيطة إن لم تكن منعقدة بين العدوانية والقهر الجنسي . وزن الجسم في عمر ٨ أسابيع وصفتين جنسيتين : العمر عند وضع أول بيضة وإنتاج الدجاجة من البيض يوميا قدرت أيضاً في ترتيبات التلقيحات في جدول ١٠ - ٣ . جميع ترتيبات التلقيحات أعطيت تقريبا نتائج متشابهة وعلى ذلك يكون معقولاً أن تكون هذه الصفات ذات علاقة بسيطة لسلوك الجماع في الذكور .

العديد من سلالات الدجاج تصنف تبعاً لنشأتها مثل الاسوي والبحر الأبيض المتوسط والانجليزى والأمريكي (جوهل *Guhl* و ١٩٦٢) ومنشأ الدجاج الأليف قد فقد في العصور القديمة ولو أنه تعرف أربعة أنواع في جنوب شرق آسيا والهند . والتهجينات بين دجاج الغابات البري والدجاج الأليف يحدث بانتظام على الأقل في الهند (فيشر *Fisher* و ١٩٣٠) .

والنوع المألوف *Gallus domesticus* من الممكن أن يكون قد نشأ بالتهجين من عدد من الأنواع البرية ثم بعد ذلك تباعد وتميز عنهم وهذا بدون شك قد نشأ بواسطة الهواه في أوائل هذا القرن الذين يقومون بتربية الدجاج للمعارض معتمدين على صفات الألوان والريش والعرف ومدى وزن الجسم (انظر جوهل *Guhl* و ١٩٦٢) .

ومن بين الحيوانات الأليفة ، فإن الدجاج قد خطى بقسط وافر من الاهتمام لمعظم الطرق المتخصصة في التزاوج . فقد أمكن المحافظة عليه في مجاميع مكتظة في المنازل أو معزولة في أقفاص للتحضين ، إضافة لذلك بعد الاتجاه إلى إنتاج الوفرة والطرق السليمة ، فإن السلوك الاجتماعي لهذه الطيور أصبح لازماً أن يأخذ قدره من الأهمية ، ونظرة إلى الأمام في جدول ١٠ - ٥ قريبا من نهاية هذا الفصل توجد قائمة من الصفات السلوكية التي أقلمت الأنواع للألفة .

ومن المتوقع أن تكون هناك دراسات تفصيلية قد أجريت على سلوكيات مثل تلك التي تسبق وضع البيض (وود-سجوش *Wood-Gush* و ١٩٧٢) توجد سلالتين للجهورن الأبيض وسلالة بنية من الرود أيلند الأحمر وأخرى فاتحة منشأ ساسكس ، أجريت عليها الدراسة في أقفاص البطاريات . فالسلالة البنية تسكن معنويا لفترة أطول مما تفعله السلالة البيضاء والتي تظهر قدرا كبيرا من الحيرة قبل وضع البيض بفترة . وهذه

الاختلافات لم تتأثر كثيرا باغلاق أقفاص البطاريات أو اظلام الحجرات . وقد استجابت كلا السلالتين للتشيط بكمية التغذية وذلك بزيادة الحيرة التحرك جثة (وذهابا) ومن ذلك يتضح أن الإناث البيضاء كانت أكثر احباطا في فترة ما قبل وضع البيض . ومع أن بعض إناث السلالة البيضاء كانت تجلس قبل وضع البيض مما يؤدي إلى اقتراح أهمية الانتخاب للمجسوس قبل وضع البيض قد يكون مفيدا .

وقد درست أيضاً مستويات العدوانية في سلالات مختلفة حيث أن استئناس الدجاج من الناحية التاريخية كان أساسه مبارزة الديوك وهذا يحتاج أن يكون الانتخاب في اتجاه العدوانية والصفات المتعلقة بها . فعل سبيل المثال فإن الديوك المحاربة قد لوحظ أنها مراوغة وسريعة وأكثر تأنقا من الديوك الأليفة وتوجد بين أصناف الديوك المحاربة اختلافات في طرق مهاجمتها . ويبدو معقولا أن الانتخاب لمستويات عالية ومنخفضة من العدوانية كان ناجحا في دجاج اللجهور الأبيض (جوهر Guhl و كريج Craig ومويلر Mueller و ١٩٦٠) . وتوجد مستويات متتابعة من العدوانية في قطيع عند الأمر بالنقر ، والتي تدرج في الأفراد تبعا لعدد ذكور القطيع والتي تسود بواسطة النقر أو التهديد ، وأهمية هذه المكونات تكون أكثر وضوحا في الديوك أكثر منها في الدجاجات لأي مدى توجد خلافاً بين الطيور في أمر النقر إلى الآن لم يتغير ولكن لاعتبارات من هنا وهناك في هذا الكتاب فمثل هذه الاختلافات تكون متائلة . وقد كتب أن الذكور ذات العرف الباسلالي والعرف الجوزي تبدى في مراكز اجتماعية أقل عند اختلافها مع ذكور ذات عرف مفرد (انظر سيجل Siegel ١٩٧٩) . عزل الطيور في أقفاص لوضع البيض يقلل من أوامر النقر ومع ذلك فيمكن أن تكون السيادة التي تخضع العلاقات أن تتم حتى في الأقفاص المتجلورة وأقلمة الطيور لهذه الطرق المختلفة تعتبر جزءاً من الاستئناس والعملية المستمرة التي تختلف في اهدامها في أماكن وأزمان مختلفة .

لقد اخترنا بعض العناوين القليلة لهذه المناقشة ، والمراجع على وراثه السلوك في الدجاج كافية تماما . وفي الحقيقة فإن سيجل Siegel (١٩٧٩) لا ينافس أحد في تغطية هذا المجال من وجهات نظر عديدة عملية الاستئناس ، والتأثيرات السلوكية على الانتخاب وفي سياق الكلام أيضاً تفاعلات التركيب الوراثي مع البيئة (للأخيرة انظر ماك برايد McBride و ١٩٥٨) . فقد سرد بالإضافة إلى ذلك عددا من الطفرات ذات تأثيرات سلوكية . وكدليل على تشتت هذه الدراسات هو الاختلافات في تقدير المكافئ الوراثي حيث كان ٠,٠٩ للبصمات و ٠,٥٨ للقدرة على الثبات و ٠,٢٨ للأكل و

٠,٨٢، للشرب و ٠,٥٤، للوقوف و ٠,٥١، للراحة . وقد ركز جهده على النقاط التي قام بها مبروا الدجاج في تغير سلوكياته ليكون ملائما للتربية والتي تواجه جميع دراسات الدواجن وتكون ذات أهمية في فهم وتيسير عملية التأقلم للبيئات التي يتعرضون لها نتيجة للاستئناس .

ونلخص هذا القسم باقتباس جزء من تراثم القمس والراهبات من أسقفية كانتربرى ، وذلك لأنها قد تكون أول اشارة للتزاوج غير الاعتيادى في الدجاج :

ديك في الفناء ينادى شانتكلير
في كل الأرض لا يوجد له في الصباح نظير
عذب الصوت أكثر من أرضٍ ممرح
في أهام القداس ، حيث في الكنيسة يصدح
دقيق في صياحه في مأواه
أكثر من ساعة أو ميقات للدير
بالفريزة يعرف حلول عيد الصعود
من القيمة الاعتدالية لهذه المدينة
عندما ترتفع خمسة عشر درجة
صاح فلم يمكن أن تتعدل
عرفه كان أكثر احمرارا من المرجان الخالص
ويتصدر الشرفة كما لو كان حائطا في قلعة
منقاره أسود يتألا أمثل الكهرمان
كلا من أزجله وأصابه لها لون أزرق سموى
شوكه رجله أنصع بياضا من أزهار السوش
مهرة ريش ذهبي لامع
هذا الديك النبيل توجد تحت امرته
سبع دجاجات يعطينه الفخر والسرور
كانوا اخواته وخطيلاته
يشبهه في ألوانهن المدهشة .

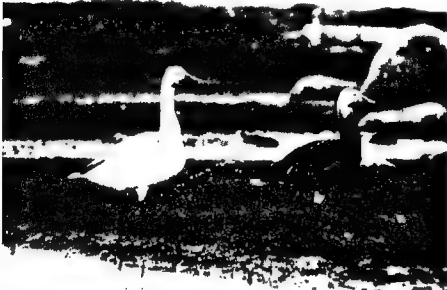
وفي الحقيقة فإن التزاوج غير اعتيادى في الدجاج من المحتمل أن يكون منتشرا على نطاق واسع . فعل سبيل المثال اختلاف الشكل الثنائى في طراز لون ريش الديك البنى اللجهورن هو مكون عظيم الأهمية في تمييزه بواسطة الإناث من هذه السلالة ، مما يؤدي

إلى تماثله جاميطا حتى مستوى السلالة . وحتى مع ذلك فإن تماثل الجاميطات من الممكن تطويرة بواسطة يثقات اجتماعية للصغار والبالغين ، ولكنها لاتزال إحدى النتائج الصحيحة أن التماثل الجاميطي يوجد على وجه العموم في الدجاج والطيور الداجنة الأخرى (ليل ١٩٦٦ و ١٩٦٨) .

١٠ - ١٣ الأوز

في المنطقة القطبية الكندية فإن أوز الثلج الصغير المنتشر يوجد في طرزين من الألوان ، الأبيض والأزرق . وهذا الاختلاف الشكلى التثاقى في الريش (شكل ١٠ - ١٩) يحكمه عامل واحد أوتوسومى حيث يسود اللون الأزرق على اللون الأبيض (ولو أن آثار الأبيض على الأزرق في الجينات مرجعه إلى الحالة الخليطة) . ومع أن

العدد المرقع من المائلات بالفرش من الذرايع الأصابع	العدد للملاصق من المائلات	الأيام
3,036.5	3,099	ذكر أبيض « أنثى بهاء
257.5	195	ذكر أزرق « أنثى بهاء
171.5	109	ذكر أبيض « أنثى زرقاء
14.5	77	ذكر أزرق « أنثى زرقاء



شكل ١٠ - ١٩ : زوج منطوط أوز الثلج ، طراز أزرق ، و طراز أبيض (عن كوك Cooke و ١٩٧٨) .

الأوز الأزرق وأوز الثلج الصغير مازالت تقسم خطأ كنوعين مختلفين ، إذا هما يتبعان من النوع *Anser Cereulescens* . والأمثلة النادرة عن قفس أفراخ أوز زرقاء من عشوش تخص آباء بيضاء مرجعه خطأ وضع هذا البيض من إناث مختلفة لا تحضن البيض الموجود في هذا العش على وجه الخصوص (كوك *Cooke* وميرسكى *Mirsky* ١٩٧٢) .

التزاوج المظهرى الموجب (الزيجات الأكثر حدوثا بين الأشكال المظهرية المتشابهة أكثر مما هو متوقع تحت ظروف التزاوج الاعتيادى ، انظر الفصل ٢) يحدث في هذه الطيور وعلى ذلك فإن ٣٤٨٠ عائلة من أوز الثلج الصغير قد أحصيت بين ١٩٦٨ لاحظ الزيادة في عدد التزاوجات بين المتشابهة وعلى النقيض من ذلك بين غير المتشابهة . وهذا النموذج يمكن شرحه إذا كان الطائر ينتخب زوجة تبعا للون آباءه و/أو اخوته . وللهامان على ذلك تجريبيا ، اختبر كوك *Cooke* وماك نالى *Mc Nally* (١٩٧٥) ثلاث قطعان أسيره لتفضيلها للألوان أخذين في اعتبارهم (١) طائر إلى طائر استجابات الاقتراب (٢) علاقات التفضيل و (٣) اختيار الزيجة . ويمكن تلخيص اكتشافاتهم على النحو التالى :

● **استجابة الاقتراب :** وضعت الطيور الصغيرة في موقف الاختيار وقد وجد تفضيلا معنويا لألوان آباءها . وعند اختلاف لون الإخوة عن الآباء فإنه يحدث تعديل للاختيار . وإذا أبعدت الآباء قبل النضوج الجنسي فإن تفضيل الألوان يمكن تغييره مبكرا . والعلاقة الحديثة التى تحكم هذا التفضيل ولم يمكن اكتشاف أى تفضيل لأفراخ الأوز تجاه أمهاتهم إذا اختلفت ألوانها عن الآباء .

● **علاقات التفضيل :** في مكان ما مثل حقل مفتوح ، فإن الطيور ترتبط مع مجموعة رفاقها (إخوة وغير إخوة) في كلا العمرين سنة وستين وهذه العلاقة تضمحل بعد سنة أو ستين . وعندما ترتبط الطيور بمجموعة من غير رفاقها فإنها تظهر اتجاهها محددًا لترتبط بطيور لها نفس لون رفاقها .

● **اختيار الزيجة :** في قطع نشأ كمجموعة واحدة بلون أى رعاية من الآباء فإن تكوين الزواج يتم عشوائيا تبعا للون وهذا يؤدي إلى اقتراح أن الاختيار غير العشوائى للزيجة في أوز الثلج الصغير يرجع بالاضافة لذلك إلى الخبرة السابقة . وفى الأخرى فى القطعان الطليقة حيث يكون الآباء والنسل لهم نفس اللون ، فإن اختيار الزيجة تعكس تفضيلات للون العائلى ، وحينما يكون الآباء ونسلهم من ألوان مختلفة فإن كلا من لوني الآباء والأبناء يختار في هذه الحالة . وقد وجدت نتائج مشابهة في طيور معلمة تحت الظروف الحقلية .

وإذا أبعد الأب (كما يحدث في البرية) فإن تفضيل لون ما يمكن أن يتغير ولكنه على الأغلب يحافظ على اللون العائلي لريش الطيور وعلى ذلك فإن لون الآباء يؤثر بطريقة مباشرة أو غير مباشرة في اختيار الزيجة . مع أنه توجد قوى نسبية لاستكشاف اللون في الجنسين لم يعرف مداها ، كما هو السبب الذي يحدث في الارتداد العرضي ليفضل أحد الطيور زيجة مع لون غير ملائم لسلج نسبة (كوك Cooke و ١٩٧٨) .

يوجد مثال نافع عن دور التعليم المبكر للرضاعة الوراثية في اختيار الزيجة والتعرف على الأنواع . وقد درس هذا في الحيوانات الأسيرة التي ترى في ظروف تحاكي البرية ما أمكن مهما تكلفت من مجهود ونفقات . وحديثا فإن كوك Cooke (١٩٧٨) قد وسع نتائجه لتشمل الظروف الحقلية مباشرة . لاحظ مدى الاقناع بربط البيانات المتحصل عليها من الظروف البرية وحيوانات الأسر . وهذا يمثل واحدا من الأمثلة التجريبية النادرة التي تؤكد صحة ميكانيكية التزاوج المظهرى في أنواع الطيور البرية تحت الظروف الحقلية . ولكننا مازلنا نجهل سواء أصل هذا التزاوج أو نتائجه التطورية . كوك Cooke وفينى Finney وروكوك Rockwell (١٩٧٦) تساءلوا عن مدى ملائمة الدارونية على أنواع هذه الروابط الزيجية ، فعلى سبيل المثال عندما تكون الآباء أبيض × أبيض أو أزرق × أزرق فإنها تكون أكثر نجاحاً وإنتاجاً عما لو كانت أبيض × أزرق ؟ (في هذا السرد يجب أن يلاحظ أنه في طير البحر الكبير في الخليج القطي فإنه يوجد تعدد في الشكل المظهر في اللون [أو دونالد O'Donald ١٩٧٦ و ١٩٧٧] يمكن المحافظة عليها بواسطة العلاقة بعمر التربية وتفضيلات التزاوج والاختلافات الجنسية الانتخائية المتعلقة بحجم التباينات في المنطقة من ناحية لون الأشكال المظهرية انظر قسم ١٣ - ٤ للمناقشة) .

١٠ - ١٤ هجن الدجاج الرومى - التدرج

تحدث نسبة عالية من الوفيات بعد فقس البيض عند التهجين بين طائر التدرج ذو الرقبة الحلقيه كأثنى والديك الرومى البرونزى كذكر أما الجيل الأول الذى يبقى على قيد الحياة فإنه يكون نتيجة للتلقيح الصناعى (أسموندسون Asmundson ولورنز Lorenz ١٩٥٥) ولكن نسبة الوفيات تقل عند التلقيح العكسى مع بعض الاختلافات في البقائية يكون مرجعها للتزاوج . وقد ارتفعت الهجن في الاسراب الخليطة من عديد من الأنواع والهجن . والهجن بين الأنثى الصغيرة من التدرج × الديك الرومى فإن الهجن تكون من بيض صغير طائر التدرج فتصير حالتها إلى العدم أما إذا كانت الهجن من

بيض الدجاج الرومى فإنها تكون أحسن حالاً . والوفيات الأخيرة كان مرجعها إلى التذبذب الشديد في الحوصلات التي أمكن علاجها جراحياً . والمهجن لم تنجذب لأى نوع من التزاوج ولو أنه كان هناك مبدئياً ، كانت هناك بعض التحورات الجنسية الثانوية على الجلد الموجود على رأس الذكر هذا كل ما فى الأمر . ويتضح أن الصفات السلوكية الطبيعية لكل من الدجاج الرومى وطائر التدرج قد تبعثرت .

والعقم الحادث في الجيل الأول F_1 يحتاج إلى مزيد من التحليل الوراثى (بواسطة التهجين الرجعى ، الخ) . على أنه بمحاولة التهجين مرات ومرات فإنه ربما يكون وسيلة مثمرة في تحليل السلوكيات الوراثية المستخدمة كما في الفصل الخامس في بعض الأنواع والسلالات المنعزلة تكاثرياً في حشرة الدروسفلا أو فيما هو أقل من هجن البط . ومن الأمثلة الأولية والتي كانت لها أهميتها نتيجة لطريقة التهجين هو دراسة سلوك بناء العش بواسطة طيور الحب والذى نوقش في الفصل الخامس .

١٠ - ١٥ البط

استخدمت خاصية الأنواع في الأغراض التقسيمية ، فالتهجين بين الأنواع إذا أمكن الحصول منه على أعداد كافية على قيد الحياة يمكن أن تؤدى دورها عن هذا السلوك للأغراض الوراثية . ففي عشرة ذكور من البط مدبب الذيل *Anas acuta* تركت إلى مثل عددها من البركة (بطبرى) *A. Platyrrhynchos* (شارب *Sharpe* وجونسجارد *Johnsgard* ١٩٦٦) فلم يفقس معظم البيض الموضوع ، ولكن أمكن تربية مجموعة من ثلاثة إناث وأربعة ذكور . هذا الهجن النوعى الناتج في الجيل الأول هجن إلى بعضه ونتج جيلاً ثانياً مكوناً من ١٨ أنثى مضافاً إليها ٢٣ ذكراً . وقد حلت ذكور الجيل الثانى لمعرفة مدببة الذيل منها مقابل الريش الذى يشبه البركة وسلوكها . وقد ذكر هذا المثال لسبين (١) وذلك لأنها تمثل تحليلاً سلوكياً وراثياً نادراً عن الطيور ليست معروفة على نطاق واسع مثل الدجاج الأليف و (٢) وذلك لأن شارب وجونسجارد (١٩٦٦) استخدموا فهرساً مشوقاً في التهجين (انظر جدول ١٠ - ٤) لتقييم الصفات شبه الكمية لهذا الهجن النوعى النادر وليس بالنظر فقط إلى الصفات التشريحية ولكن لمظاهرها السلوكية التى سجلت لها درجات تتراوح من صفر إلى ٤ وذلك للريش والصفات السلوكية المختلفة . جدول ١٠ - ٤ يعطى بعض الأمثلة عليها .

وللحديث عن الأرقام الخاصة بهذه الصفات فإن مظهر البركة التام كانت قيمته صفر ومظهر مدبب الذيل كما كانت قيمته ١٥ للشكل الظاهرى والسلوك .

جدول ١٠ - ٤ : قائمة بصفات الريش السلوك في هجين الزرقة (A. palustris) × البطة المديونية (A. platyrhynchos)

السلوك					
الأصوات	المشرب لأهل وأهل	تعطس الرأس عن العزم	الدوران	تدبيب الحفار	القياس الريش
عالية يشبه الزرقة	موجود ، يشبه الزرقة	يشبه البط الزرقة تماماً	تجاه الأعلى يشبه الزرقة دوران جوفى	يشبه الزرقة والبط مرتفع	٠ مظهرها يشبه الزرقة تماماً
	وسط	أزرق			١ ملاحظة تقترب من مظهر الزرقة
					٢ ملاحظة وسط بين النوعين
موجود ، يشبه مديون الدليل	عالي ، يشبه مديون الدليل	عالي ، يشبه مديون الدليل	تجاه الأعلى يشبه مديون الدليل دوران تام	يشبه مديون الدليل منخفض	٣ ملاحظة تقترب من مظهر مديون الدليل
				مظهرها يشبه	٤ مديون الدليل

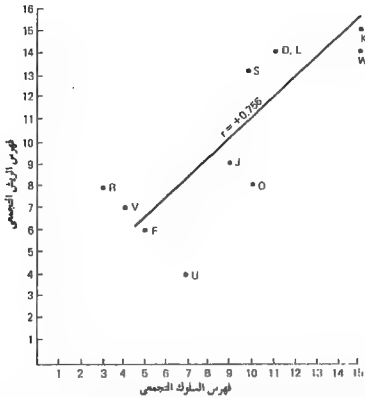
المصدر : شارب وجونسون (١٩٦٦) .

ويوضح شكل ١٠ - ٢٠ العلاقات بين حذات نوعي الهجن

ولم يكن أى من أفراد الجيل الثانى المتحصل عليها يشبه تماماً أحد النوعين الأبوين (لاحظ السلوك التجمعى للصفات لأحد عشر من ذكور الجيل الثانى تتراوح من ٣ إلى ١٥) . وعليه يمكننا أن نستنتج بأمان أن كلا مجموعتى ملاح الشكل الظاهرى للریش والسلوك هما تحت التحكم الوراثى (صغير الخنازير صوت يصدر عن الذكور رغبة فى الجماع وتكوين أزواج لم يتضمنه جدول ١٠ - ٤ أو شكل ١٠ - ٢٠ وذلك لأنه يشبه تماماً كلا النوعين الأبوين كما أن الهجن التى تصدر صغير الخنازير - تشبه أسلافها . وخط التلازم $r = 0.756$ فى شكل ١٠ - ٢٠ يمثل معامل تلازم معنوى موجب بين توارث الصفات السلوكية وصفات الریش فى هذه الهجن فى الجيل الثانى . ويجب أن يكون مفهوماً أن تعتبر أن هذه العلاقة القريبة من الممكن أن تستخدم بواسطة علماء وراثة السلوك .

والبط الأليسيورى بط اليف وقد نتج من البط البرى (البركة) (*A. platyrhynchos*) . وعلى هذا فهو يقدم فرصة لعمل مقارنات مباشرة بين الأنواع الأليفه والبرية . وقد قارن ديسفورجس *Desforjes* وود - جوش *Wood-Gush* (١٩٧٥ أ) سرعة التكيف لكل من البط الأليف والبرى عند وضع بطه مغذاة فى حظائرهم الأصلية وعند اعطائهم طعام جديد فى وعاء عادى أو فى وعاء جديد فإن البط الأليف قد تأقلم أكثر مما فعله البط البرى . وأكثر من ذلك فهناك اختبارات تضمنت الهذب من امساك الإنسان وقد ظهر أن البط البرى كان أسرع معنوياً فى الجرى بعيداً أكثر من البط الأليف وقد اقترح أن يكون عدة مرات (انظر هيل *Hale* و ١٩٦٢ و جدول ١٠ - ٥) حيث أن الملاءمة لبيئة الأسر يقابلها انخفاض فى رد الفعل وعلى ذلك فإن جاذبية الاقتراب واستكشاف الأشياء الجديدة من الممكن أن تختلف بين الحيوانات الأليفه والبرية ، وسبب ذلك ببساطة مرجعة أن الحيوانات الأليفه يكون احتماؤها أكثر فى بيئات صناعية فى عالمها . وقلة رد الفعل تظهر أهميتها فى ملاءمة الحيوانات لبيئة الأسر .

وقد قارن ديسفورجس *Desforjes* ، وود (١٩٧٥ ب) المسافات الفردية بين أعضاء القطيع من البط الأليف والبط البرى . ومع ذلك فإن البط الأليسيورى أثقل من ثلاث إلى خمس مرات من البط البرى ، فإن المسافات الفردية (سم) كانت أصغر فى الأولى عن الأخيرة بدون النظر للتشابه أو عدم تشابه أزواج الجنسين وذلك أثناء التغذية وأثناء الراحة . وهذا يوضح أنه أثناء الامتناس كان ينتخب لعدم الشراسه (عدوانية) ولتقليل المسافات الفردية . حيث أن الدجاج قد استؤنس منذ فترات طويلة أكثر من



شكل ١٠ - ٢٠ : تلامع فهارس الريش والسلوك في ١١ ذكر هجن بين البط البري (*A. platyrhynchos*) × البط مدبب الذيل (*A. acuta*) في الجيل الثاني (نسل) . (من شارب وجولسجارد ١٩٦٦) .

البط الألبسيوري ، وعلى ذلك فقد انتخب متأقلمًا مع ظروف الكثافة الزراعية (قسم ١٠ - ١٢) . ويبدو من المستحسن أن يقارن سلوك الدجاج الأليف مع دجاج الغابه في هذا المضمار .

والمجموعة النهائية من المقارنات تتضمن السلوك الجنسي فإن ديسفورجس Desforjes وود - جوش Wood Gush و (١٩٧٦) . فإن التغيرات في الكثافة للمظاهر الاجتماعية في البط الألبسيوري تميل لتقليل ملاحظ الانتباه للنقص هذه المظاهر وكذلك القفز لأعلى

المرحلة	أنواع العدلية		
	♂♂	♀♀	♂♀
ألف	30.5	0	0
بري	45.7	30.5	17.8
			129.5

وأفضل فإنها تميل لتكون أقل من البط البرى فخلال عملية الاستئناس لم يكن هناك ما يغرى لزيادة هذه المظاهر الاجتماعية والتي تعمل كجزء وهام من ميكانيكية العزل الجسماني بين الأنواع ، حيث في البيئات التي أنشئت بواسطة الإنسان ، فإن إمكانيات التهجين تختفي . ومن الناحية البيولوجية فإن ذلك يشبه تماماً العزل الجغرافي في البرية (انظر قسم ١٠ - ١٠ على الضفادع) . بالإضافة إلى ذلك فإن أنثى البط الألبسورى تخرض عددا من الذكور في حين أن البط البرية تختار واحد فقط ولذلك فإن البط البرى يكون أزواجا . وفي الحقيقة فإن سلوك الجماع يبدو مشوشا في البط الألبسورى ولكن ذلك ليس تماماً وذلك لأن الذكور والإناث توجه نشاطها الجنسي لاثنتين أو ثلاثة أفراد فقط . كما أن هيل Hale (١٩٦٢) وآخرون قد أوضحوا أنه في غاية الأهمية للإنسان أن يعلم أن الحيوانات الأليفة تميل لتكون خليطة أو مشوشة على الأقل مثلما في حالة البط .

١٠ - ١٦ القطة

سبق أن أوصينا باستخدام القطة كمادة لحصر التأثيرات السلوكية للشواذ الكروموسومية المرتبطة بكموسوم الجنسي على سبيل المثال XXY توباش Tobach وروسوف Rosoff (١٩٧٨) . وفترة أخرى نأخذ الأمر باهتمام كيف القطة (Felis catus) ويطلق عليها أحيانا (Felis domestica) بسلاسلها العديدة يمكن أن تخدم كمنادج لحالات الإنسان الذي يهتم بوراثة السلوك . وقد قدم بيدل Beadle (١٩٧٧) مختصرا جميلا وموثوق به ، ولكن لعدة أمثلة مشوقة فإن (تود Todd و ١٩٦٢ و ١٩٧٨ وموريل وتود ١٩٧٨) ذكرا أهمية جين أوتوسومي سائد يحكم تعبير استجابة القطة لنبات النعناع البرى Nepta Cataria وهذه الاستجابات الفطرية من السهل تحويلها بواسطة تغير البيئة والعمر (newness يخفف الاستجابات) والحالة الحركية (الاضطرابات المفاجئة تحدد الاستجابات معاً) . والقطة المصابة بالسعال لمرات عديدة يمكن أن بواسطة النعناع البرى أن تتعرف على رائحته في زيوت الطيارة في الوضع المشابه والمخالف Cas Dans نبات لاكتون في تركيز مخفف حتى جزء واحد في البليون .

توجد في القطة أيضاً ما يماثل أعراض واردينبرج Waardenburg's Syndrome حيث تحدث تشوهات للإناث الصمم (وهم يبلغون ٥ في المائة من مجموع المصابين بالصمم) لها أعين ليست متوافقة اللون وشنوزها في العصب الجمجمي الثامن (العصب السمعي) ، وشعرها أبيض مخطط ، وغالبا رمادي غير تام ، برجسما Bergsma وبراون

Brown ١٩٧١ ، انظر قسم ١١ - ٥ وقسم ١١ - ٧ في هذا الكتاب .

ويتضمن التركيب الوراثي للقطط السيامية جينات للأصفر (البينو) . وهي تشبه الحيوانات الأخرى والناس الألبينو . والقطط السيامية توجد بها شذوذ كبير يتمثل في عدد كبير من أعصاب شبكية العين والتي تعبر من خلال كيازما بصرية إلى نصفي المخ فقلب منشأها - وعندما يرتبط معاً بطريق الخطأ بأنوية الخلايا المستقبلية القصرية الجانبية . وذلك كما اعتقد بيدل **Beadle (١٩٧١)** :

وذلك لأن المعلومات أرسلت بواسطة هذه المستقبلات التي اختلف وضعها فإن الخلايا المزدوجة (المرتبطة) سوف تنقل أو تعكس الرسالة إلى قشرة الرؤية وأن الاضطراب الناتج سوف ينعكس في سلوك القطط فلن يمكن تحديد موضع الأشياء في القضاء . وقد وصفت هذه الحالة لأن القطط السيامية يمكنها بوضوح تحديد أماكن الأشياء في الخلايا فيمكنهم الإمساك بالفأر ويمكنها الدوران والتحرك خلال الإناث وتجنب السقوط في الخطر . فكيف يمكنها التقلب على هذه الصعاب التي ستقابلها .

وقد وجد جولليري **Guillery (١٩٧٤)** أن مثل هذه القطعة تعتمد على استخدام واحد فقط من الاثنين لانفاذ نفسها ، فمخ القطعة إما أن يشيط عدم توافق رسائل أنوية الركبة أو أن تسلك هذه الأعصاب المتصلة في قشرة المخ فتصل تلك الرسائل من كلا نصفي المخ أو من كلا أنوية الركبة في أوقات مختلفة . انظر إلى قطعة سيامية . فإذا كانت تستخدم الاستراتيجية الأخيرة وتصل الرسائل غير المتوافقة من سبل مختلفة فسوف تكون أعينها متصالبة لماذا أعين متصالبة فالقطط السامية تتعلم أن تحقق بعينها وهما نصف مغمضتين أو أن تتصالب أعينها بطريقة محيرة خلال الشهرين الأولين من عمرها أو أقل . وأى نتيجة « سلالة العقل البصرية » وتسبب في قلة حدة البصر والقطط السيامية ترى رؤية عينية مزدوجة أقل من القطط الأخرى (وتصل إلى البلوغ أبداً من غيرها ولها صفات مميزة باستخدام صوت مبسوح) .

وحديثاً اهتم بلاك **Blake** وكاميسا **Camise (١٩٧٨)** كيف يحدث توافق لرؤية أعيننا لكي نرى رؤية عينية مزدوجة موحدة بواسطة المخ ، فنحن نستخدم ما يعرف بالمنافسة زوجية الأعين - واختلاف سيادة فترات عين واحدة وتثبيط العين الأخرى حيث تكون حساسية العين المثبطة مؤقتة النقص ونحن نرى غالباً ما تمدنا به عيننا السائدة . وما تستقبله العين المثبطة لا يفقد كلية ، حيث أننا نستخدم نوعاً من الاتحاد وعلى ذلك يوجد غموض كامن بين عينينا فربما زوجية الأعين هي أحادية العين .

١٠ - ١٧ الخيل

في الخيل فإن المشي استعدادا للهرولة سائد بسبب عوامل أوتوسومية على المشي استعدادا للانطلاق . فمن أجل زيادة السرعة فإن طرق الاستعداد تكون ميثا عاديا بقدّم واحدة أو ركفاً أوسيريمهل وهرولة وانطلاقاً وجرياً وعدداً سريعاً . حيث Lf تعني الرجل الأمامية اليسرى ؛ Rf الرجل الأمامية اليمنى ؛ و Lh الرجل الخلفية اليسرى ؛ Rh الرجل الخلفية اليمنى ، O تعني أن أياً من الأرجل لا توجد على الأرض وعلى ذلك يمكننا كتابة

$$\text{الهرولة} = Rh, Rh, Rf, O, Lh, Lh, Lf, O, Rh$$

$$\text{الانطلاق} = Rf, Rf, Lh, Lh, O, Lf, Lf, Rh, Rh, O, Rf$$

الخيل يجب أن تكون مدربة لكي يمكنها الانطلاق في غاية السرعة ولكن يوجد هناك ميل موروث نحو طريقة المشي المحددة التي تفضلها وهذا يبدو أنه بسيط التوارث (سيندر Synder ودافيد و ١٩٥٧) . وحيث أن تلك بيانات جديدة فإننا نوصي بالرجوع إلى كوننجهام Cunningham (١٩٧٥) لحصر الوراثية العامة للخيل متضمنا استخدام مجاميع الدم لتعيين منشأ السلالات الحالية . وقد شرح أيضاً المساهمة الوراثية لاستبطان الذكور والإناث للحيوانات الحالية .

ومع أن الانطلاق السريع للخيل قد يعتبر صناعة في واحد أو أكثر من الأقطار ، فإن القليل معلوم عن توارث تفضيل السرعة أو كيف تتكون مجموعة من الخيل وأمهاتها أو كلا المفاهيم للانتخاب « والوثائق » التي قد تساهم في ذلك . ومعاملات التوريث المحسوبة من انحرافات مختلفة (فمثلا النسل على الأب) يتراوح من ٥ إلى ٥٥٪ بمتوسط ٣٥٪ ذكر بواسطة أوفيرال O'Ferrall وكوننجهام Cunningham (١٩٧٤) مستخدمين سجلات مضمار السباق التي نشرت في سنة ١٩٧٠ . وقد اقترح هذان المؤلفان توخي الحكمة في انتخاب الذكور الطلائق يحظى بالكثير من التفضيل عند انتخاب الإناث ولكن هذه الافتراضات مازالت في بدايتها وتحتاج إلى الانتظار لتوثق ثمارها من بيانات أكثر من ذلك يبدو أن القليل ما هو معلوم عن السلوك الوراثي لأى من أنواع الخيل وعلى ذلك فإننا نوصي أيضاً بالرجوع إلى الدرج Eldridge وسوزوكي Suzuki (١٩٧٦) ؛ حافظ Hafez وويليامز Williams وويجيهوكو سكوكين Schoen وبانكس Banks وكيرتس Curtis (١٩٧٦) عن أحصنة Shetland ويلز لبداية الاطلاع .

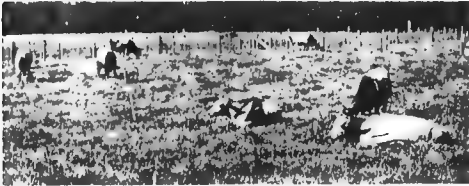
١٠ - ١٨ الماشية

بالنظر إلى السلوك غير الجنسي في الماشية فقد أوضح باين **Pagne** و **Hancock** (١٩٥٧) تأثير المناخ الاستوائي على تفضيل النوع الأوربي (جيرس وشورتهورن) وذلك باستخدام ستة مجاميع من التوائم المتطابقة من عجول الأبقار الصغيرة . التوائم (واحد في كل مجموعة) لوحظ في فيجي **Fiji** لم تستجب بنفس النظام للظروف القاسية التي تعرضت لها من مناخ استوائي فتفوقت بقرتين (في إنتاج اللبن ، إنتاج دهون الزبد ، إنتاج المواد الصلبة غير الدهنية وتناول الغذاء وتناول الماء ودرجة حرارة المستقيم وفي معدلات التنفس) كما فعلت توائمها في البيئات غير الاستوائية في حين أن أربعة لم تبدى ذلك . ولذلك اعتقد المؤلفان أن ذلك يؤدي إلى اقتراح وجود اختلافات في تفاعل الأفراد من الأنواع المعتدلة من ماشية اللبن من نفس السلالة للمناخ الاستوائي وهذه الاختلافات يجب أن تكون معتمدة في جزء منها على الأقل على اختلافات وراثية بين الأفراد .

وقد درس هانكوك (١٩٥٤) أيضاً باستفاضة سلوك الرعى في ست مجموعات عوملت نفس المعاملة في رضاعتها من توائم الماشية أحادية الزيجوت . وقد لوحظت الحيوان في حقل صغير مساحته ١ أكبر لمدة ٨ أيام على فترات زمنية شهرية وكل فرصة لفترة ٢٤ ساعة (شكل ١٠ - ٢١) . وقد جمعت البيانات التالية لكل يوم عن كل بقرة :

- ١ - الوقت الذي تستغرقه في الرعى
- ٢ - الوقت الذي تستغرقه في الوقوف والمشي والتلكؤ .
- ٣ - الوقت الذي تستغرقه في الرقاد .
- ٤ - المسافة التي تمشيها .
- ٥ - عدد مرات التبرز
- ٦ - عدد مرات التبول
- ٧ - عدد مرات الشرب مع بعض الملاحظات
- ٨ - عدد مرات قضم الكلاً
- ٩ - الوقت الذي تستغرقه في الاجترار
- ١٠ - عدد مرات الاجترار

١١ - عدد مرات القضم لكل بلعه .



شكل ١٠ - ٢١ : طرق الملاحظة المستخدمة بواسطة هانكوك Hancock في دراسة التوائم أحادية الزيجوت في الماشية (بصريح من مركز البحوث الزراعية روكارا ، هاملتون ، نيوزيلندا) .

وقد حسبت معنوية التلازمات الإحصائية بدقة بين أزواج التوائم للوقت المستغرق في الرعى ، وعملت مقارنات هامة عن نشاط أبقار اللبن من خلال توائمها أحادية الزيجوت تماماً مثلما حدث مع دراسة التوائم في الإنسان (الفصل ٧) . وقد وضع هانكوك Hancock بعض التعليقات عن عادات الأبقار التوائم عند رعيها في وقت واحد ولكي

تقف بجانب بعضها معظم الوقت « فالتوائم تعطي حالة خاصة للحياة الاجتماعية » ، فقد لاحظ أنها تبحث عن بعضها لتشارك في الرعى وعندما تجتمع لترقد أرضاً . هذه الرغبة قد يكون مرجعها إلى تشابه الملامح وربما راجعا لعملية المحاكاة . وهو موقف نواجهه مرة أخرى تماماً مثل أزواج التوائم في الإنسان التي تترى معاً (انظر أيضاً التعليقات الخاصة بهذا الموضوع بواسطة كيلجور Kilgour ١٩٧٥) .

وللاختصار فإن متوسط الاختلافات يمكن اهمالها داخل مجاميع التوائم المتطابقة وذلك فيما يرجع إلى الوقت المستغرق في الرعى (٤ دقائق) والتلكؤ (٧ دقائق) والرقاد أرضاً (٨ دقائق) في حين أن هذه الاختلافات بين المجاميع كانت كبيرة فالوقت المستغرق في الرعى (١٣٨ دقيقة) والتلكؤ (١١٤ دقيقة) والرقاد أرضاً (٦٠ دقيقة) . وهذه النتائج يمكن أن توضح بالتأكيد وجود مكون وراثي للتحكم في هذه الصفات ، حتى مع استحالة التخلص من التأثيرات البيئية .

ولحسن الحظ فإن مجموعة من التوائم أحادية الزيجوت مكونة من ثلاثة عجول اختبرت تمثائل سلوكياتها مع عدد آخر من الصفات (أولسن Olsen وبيترسون Peterson ١٩٥١) ولو باختصار . فقد ذكر أن الذكور الثلاثة من الشورتهورن كانت متماثلة في عنادها وفي تباطؤها في خدمة الثغرات . ولكنها بعد مجهودات أمكن إدخالها إلى الخدمة في عمر ١٣,٥ شهر . وفي هذا الوقت كان من الممكن أن تكون منتجة ولكن لقذفة واحدة فقط أسبوعياً وبعد ٤ شهور أمكن زيادة هذه النتيجة إلى قذفتين ولكنها قليلة بالنسبة للطلائق على وجه العموم . وقد درست هذه القذفات القليلة من حيث الحجم والكثافة والعدد الكلي للحيوانات المنوية في كل قذفة والحركة ووجود حيوانات منوية شاذة ولم تظهر أى اختلافات احصائية ثابتة بين الأخوة الثلاث . وقد درس أولسن Olsen ثلاثة مجاميع من التوائم الثلاثية أحادية الزيجوت (أحدها من الشورتهورن المنتج للبن واثنتين من النوع الجيرونس المنتج للبن أيضاً) بالإضافة إلى مجموعتين من ذكور (الجيرونس) (أولسن Olsen وبيترسون Peterson ١٩٥٢) . وتحدث القوائم بكثرة في الماشية أكثر من حلوثها في الإنسان ولذلك توجد مادة ممكنة لاستخدامها في الدراسات السلوكية والوراثية (في كل مواليد ماشية اللبن ٠,١١ في المائة ، منها ١٠,٦ في المائة متشابهة الجنس قدر أن تكون أحادية الزيجوت - هانكوك Hancock ١٩٥٤ . في الإنسان ٠,٠٣٥ في المائة نسبة التوائم أحادية الزيجوت منسوبة إلى العدد الكلي للعشيرة ، ليفيتان Leviton ومونتاجو Montagu و ١٩٧١) . وتنتج الماشية فقط توائم ثنائية الزيجوت عقيمة مختلفة الجنس والتي يطلق عليها التوائم الشاذة freemartin . ويحدث

هذا عندما تكون الأنثى نوأماً وتتحول للذكورة نتيجة مرور الهرمونات الجنسية الذكورية من خلال دم الأم وهي في طور الجنين .

وفي النهاية توجد حقائق قليلة من الماشية بالإضافة لبعض الحيوانات عديدة الخلايا تعطى نماذجاً للأساس الوراثي (قسم ١١ - ٤) وسوف تستخدم بعد ذلك كما ذكر (مانجوم Mangum و ١٩٧٨) .

١٠ - ١٩ الرئيسيات

ولدت اثنين هجينين يفصلهما عام واحد ، كانتا نتيجة غير متوقعة لتجهين ذكر الجبون *Hylobates moloch* مع أنثى من جبون سومطره الأسود *Symphalangus Syndactylus* ريباً معاً في الأسر . وقد عمل تحليل للطرز النووي للكروموسومات الهجين أوضحت أن الهيئة الكروموسومية ٤٧ كروموسوماً ، تمثل اجتماع العدد الأحادي من كلا الأبوين ٢٢ من الجبون و ٢٥ من جبون سومطرة الأسود (مبرز Mejers وشافير Shafer ١٩٧٩) . وقد مات الهجين الثاني عند عمر أربعة أشهر بسبب عدوى لاقت بصلة لطبيعة الهجين .

أما الهجين الذى يبقى حياً فإن ملاعقه العامة تميل إلى جبون سومطره الأسود (شكل ١٠ - ٢٢) ولكن التحليل الدقيق أظهر موزايك من ملاعق كل من الجبون وجبون سومطره الأسود (وولكن Wolkin و ١٩٧٧) وكان الهجين له شعر أسود على جسمه مثل جبون سومطره الأسود ، تماماً مثل طفل فقد أظهرت حلقة خفيفة حول وجهها ، تشبه الجبون . وكان نظام الشعر يشبه جبون سومطره أما نظامه على ذراعها تماماً مثل النظام غير العادى على ذراع الجبون . وعناصر ملاعق الوجه تتضمن عيون كبيرة من الجبون تماماً مثلما الأنف الطويلة من جبون سومطره الأسود . وهي أيضاً تميل لكى تكون أصابعها طويلة وبينها غشاء جلدى مثل جبون سومطره الأسود الذى اشتق اسمه تبعاً لهذه الخواص . وقد يكون نقص كيس الخنجره سبباً في أن صوتها ليس له نفس تعقيد الأصوات المعروفة من جبون سومطره الأسود .

وقد أمدتنا القياسات التشريحية بصورة ماثلة . فقد كان جذعها ماثلاً لجبون سومطره أما أطرافها فاستطوانية مثل الجبون وكانت أطرافها قصيرة نسبياً سواء يديها أو رجليها بما يشبه جبون سومطره الأسود . هذا يمكن حسبه في أهمية السلوك الحركى للوقوف أكثر التعلق بالأفروع مثل جبون سومطره الأسود .



شكل ١٠ - ٢٢ : نسل المهجين من تزاوج الجبون مع جبون سومطره الأسود (تصوير بتصريح من
مسترمور اتلاندا (Sister Moore Atlanta) .

وهذه الولادة أثارَت عدة أسئلة اثنين منها هما : كيف يتأقلم حيوان مثل ذلك بهذه
الخصائص في البيئة الطبيعية للجبون وجبون سومطره الأسود ؟ والثاني هو عما تتضمنه
هذه الولادة لكل من التطور ونشوء الأنواع ؟

١٠ - ٢٠ الخلاصات

بهذا المهجين المولود يمكننا أن ننبئ استعراضنا لحصر الدراسات التي أجريت . ولكن

ما يقلقنا هو خشية إهمال المجهودات الهامة ولكن استعراض دراسات السلوك الوراثي متبينة وتحتاج إلى كمالوجات ومراجع . وهذا في حد ذاته علامة مضيئة ولو أن ذلك لن يكون كبيراً بقدر ما ذكر في هذا العرض . وأملنا أن تشارك لتقديم المزيد . وخاصة فيما يتعلق في السؤال حول السلوك الوراثي لأنواع الحيوانات الأليفة لأنها قد تكون أكثر أهمية لمرى الحيوان عما سبق التعرف عليه . وكما سبق الشاء على ذلك فيمكن الرجوع إلى حافظ Hafez (١٩٦٨) عن التهجينات النوعية والسلوكيات الجماعية الطبيعية والشاذة والانتخاب للتوائم بين عدد من السلوكيات في الحيوانات الأليفة . (في عام ١٩٣٥ كمثل قدم عن هذا الموضوع فإن هودجسون Hodgson . قد ذكر تأثيرات التربية الداخلية على سلوك الخنازير) . ونحن نوصي أيضاً بالرجوع إلى مقتطفات حافظ Hafez (١٩٦٩) عن سلوك الحيوانات الأليفة وخاصة الفصل الثالث « وراثة السلوك » من تأليف ج . فولر J. Fuller . والفصل الثاني عشر عن « السلوك في الخيل » من تأليف حافظ Hafez وسيجنوريت Signoret وأيضاً على وجه الخصوص الفصل ١٣ عن « السلوك في الأرانب » من تأليف ديننبرج Denenberg وزارو Zarrow وروس Ross قسم III ب من الفصل الأخير هو ملخص جيد عن السلوك الوراثي في الأرانب . وهذا يتضمن عدداً من السلوكيات الأمية ، وبناء العش وتبطينه وأكل لحوم البشر وكيفية حماية الصغار من العلوانية وتغير الإقامة والانقاذ والرضاعة . وفي الأغنام توجد ملاحظات منفصلة ذات أهمية فعلى سبيل المثال فإن كباش المارينو تفضل التزاوج مع إناث لها نفس الشكل الظاهري (هايمان Hayman و ١٩٦٤) . مثل آخر على تأثير النظارة على سلوك الجماع في الكباش فإن الكباش السائد عندما ينظره اثنان من الكباش الأقل مرتبة فإن سلوكه الجماعي لا يتغير بمقارنته . بأدائه لمهامه عندما يكون منفرداً ، في حين أن الكباش الأقل مرتبة فإنها تجماع وتقذف أقل عندما ينظرها الكباش السائد أكثر مما لو اختبرت بانفراد (ليندساي وآخرون Linsay et al ١٩٧٦) . والأهمية العملية لهذه الملاحظة الأخيرة هو أن الكباش يجب أن تنعزل عن بعضها بمسافات كافية لكي يمكن أن تشارك في برامج التربية لكي يسمح بالأقل مرتبة تجنب الصدام مع ما هو أعلى منه مرتبة .

وفي ١٩٧٥ نشر حافظ Hafez طبعته الثالثة من مقتطفاته الفريدة ، السلوك في الحيوانات الأليفة » . انظر افراده لقسم عن صفات الأنواع .

وبدون شك فإن الحيوانات الأليفة منتظمة تماماً في إنتاجها بواسطة الناس تبعاً لرغبتهم الخاصة وهي تعطى مادة خصية الدراسة المستقبلية . فالتغيرات الوراثية التي

تحدث أثناء الاستئناس درست قليلا وخاصة على المستوى السلوكي . فعلى سبيل المثال ماذا يحدث لصفة سلوكية أثناء عملية الاستئناس في تكوين سلالة معملية من الجرذان والفيران والأرانب التي ندرسها ؟ الإجابات عن هذا السؤال سوف تكون في غاية الأهمية في دراسة الحيوانات الأليفة ذات الأهمية الاقتصادية حيث أن الاستئناس يتوافق مع إنتاج أنواع مرغوبة من الأشكال المظهرية - ومع أن الهدف الأول للانتخاب غالبا تكون صفات مورفولوجية أو إنتاجية (على سبيل المثال وضع البيض) ، كما ذكر في قسم ١٠ - ١٢ الاستجابات المتلازمة للانتخاب يمكن أن تتضمن بعض المكونات السلوكية الضارة والتي قد تؤدي بفشل في التلاصق حتى يمكن تقليل هذه الاستجابة .

ويعطى جدول ١٠ - ٥ قائمة بالصفات السلوكية التي تؤلف الأنواع للاستئناس كما لخصها هيل Hale (١٩٦٢) . إن دراسة السلوك الوراثي للعديد منها يجب أن يكافأ . فعلى سبيل المثال فإن سيجل (١٩٧٩) اكتشف سلوكيات التي تلائم عموما استئناس الدجاج متضمنا مجموعة متسلسلة ، الاختلاف ، جودة نمو الصغار عند الفقس ، عادات غذائية غير متخصصة ، بطء في الحركة وتكيفها مع ظروف بيئية عديدة وكلها موجودة في جدول ١٠ - ٥ . في حين أن دراسة استئناس البط كانت أقل لو أنها أبدت نفس الملامح السلوكية . والدراسات الوراثية لصفات من هذا النوع قليلة ، ومع أن عملية الاستئناس في الحيوانات والتي تتضمن أهدافا يحتمها الذوق يجب بكل تأكيد معاونة مثل هذه الدراسات . فعلى سبيل المثال فإن الدراسات الاحصائية التجريبية لمعرفة ما إذا كانت هذه الصفات السلوكية تستجيب للانتخاب الموجه في الطبيعة (التعلم وسرعة الجماع أمثلة تكررت مناقشتها في هذا الكتاب) أو للانتخاب المستقر فيجب بذل الجهد والمحاولات لمعرفة أرجحية الهدف الذي يحصل عليه . وبمنظرة تطورية فإنه يبدو أن الاستئناس أمر مرن نسبيا يمكن تنفيذه عندما يوجد بحكم برنامج وراثي كما سبق تعريف ذلك في الفصل الأول . فالحيوانات التي تعمر طويلا وتتلقى رعاية أبويها تكون هي أقرب ما تكون إلى الاستئناس المرغوب فيه .

لاحظ السلاسل التطورية التي اندمجت في الأقسام المختلفة من هذا الفصل عند ربطها بفصل ٨ و ٩ . فالكائنات الاخطر على هذا المقياس تقدم حاليا معلومات متزايدة عن الأسس الكيماوية للسلوكيات . وقد اقترح خصوصا في النيماتودا أن مثل هذه السلوكيات يعود مرجعها إلى البيئة الموجودة في البرية . وهذه النظرية المعقولة تجد تعظيها لها من سلوك اليرقات التي تشبه الديدان في حشرة الدروسوفلا *Drosophila* (قسم ٨ - ٥) . وكلما ارتفعت السلاسل التطورية فإن الترابط بالبيئات في البرية يقل

أثره كما سيتضح فيما بعد وخاصة في الفصل ١٣ .

وقد اشتملت المواد في هذا الفصل على العديد من الطرق في الفصول السابقة . وحيث أن معلوماتنا عن المعلومات الوراثية الجينومات للعديد من الكائنات محدودة تقريبا وخاصة تلك التي تقع في أعلا سلاسل التطور فلم يذكر سوى بعض التحليل الكمي البسيط . وفي عدد من الأمثلة هذه لا تذهب بعيدا لتحليل الهجين ، والتي لا تؤدي إلى معلومات مفصلة على المستوى الوراثي ومع أن هذه التحاليل ذات قيمة للإجابة عما يدور في الفصول . والعديد من هذه التحاليل يعطى تلازمات بين الشكل الظاهري والسلوكيات (يتضمن التباين في سلوك الجماعة في السمك) ليس فقط في هذا الفصل بل أيضا في الفصول السابقة واللاحقة .

وقد لاحظنا في قسم ٩ - ٣ وخاصة المظاهر السلوكية التي تظهر الحاجة لتحليلها بكل الطرق الممكنة والتحاليل التي نوقشت في الفصل ٦ . بالطبع في العديد من الحالات في هذا الفصل فإننا وضعنا في الاعتبار الأنواع الشديدة القرابة التي يستحيل فيها مثل هذه التحاليل لمعلم وعدم حيوية الهجن ، والمادة التي يجب إنتهازها عن قرب هي غالبا التي تمكس مواضيعا تجريبية للدراسات خاصة في بعض الحالات قد تكون بعيدة عن الهدف لبرنامج البحث على الحيوانات ذات الأهمية الاقتصادية .

ولو أن الدراسات تقوم بنعمم النتائج المستخلصة من الدراسات المكثفة على حشرة الدروسفلا *Drosophila* والقوارض ووضع هذه النتائج في السجل التطوري .

وعلى وجه الخصوص فإنه توجد دراسات لوضع دراسات التعلم في السجل التطوري . ففي ديدان الديدان توجد برهان على أنه يمكنها تعيش وتحرك خلال مركبات كيميائية . وعندما نتجه إلى زوجية الأجنحة *Diptera* فإنه يوجد برهان حسن عن التحكم الوراثي في التعلم بالتكيف في الذباب الناتج وحشرة الدروسفلا في حين في الفقاريات مثل الفأر فإنه أمكن التعلم أمكن استعراضه بطرق مختلفة . وعند الدروسفلا أيضا برهان عن التعلم في اختيار التلقينات نتيجة للخبرة السابقة (قسم ٨ - ٤) . ومن هذه النظرة فإن مركب سيكلوهساميد هو مثبط لتمثيل البروتين ولذلك يشنت الذاكرة في الفيران والجردان التي تعلمت أداء واجبها وفي السمك الذهبي - وتؤثر في اختيارات تزاوج الدروسفلا (بروزان *Pruzan* وأبلهوايت *Applewhite* وبوسي *Bucci* ١٩٧٧ - وذلك أمر في غاية الأهمية . وفي الدراسة المقارنة عن التعلم بين الكائنات وإمكانية حدوثها وتوارثها فإنها تصبح موضوعا جديرا بالاهتمام من خلال جميع

جدول ١٠ ٥ : السلوك الذى يؤدى إلى الألفة للاستئناس

الصفات المرغوبة	الصفات غير المرغوبة
١ - تركيب المجموعة (أ) مجموعة اجتماعية كبيرة (صرب ، قطيع ، فريق) قيادة حقيقية (ب) تركيب المجموعة متسلسل (ج) الذكور تنظم مجموعة الإناث	١ - تركيب المجموعة (أ) تكوين عائلات (ب) تركيب القيعى (ج) الذكور تكون مجاميع منفصلة
٢ - السلوك الجنى (أ) تلقينجات غنطلة (ب) الذكور تسود على الإناث (ج) الإشارات الجنسية تكون بالحركات أو المواقف	٢ - السلوك الجنى (أ) تكوين أزواج للتقدمات (ب) الذكور تفرض السيادة أو الإناث السائدة (ج) الإشارات الجنسية تكون بواسطة علامات الألوان أو التركيب المورفولوجى
٣ - علامة الصغير بالأب (أ) فترة حرجة نحو رابطة للنوع (مثلا : الطبع) (ب) الأنثى تقبل أى صغير بعد الولادة أو نفس البيض (ج) نضجها مبكر	٣ - علامة الصغير بالأب (أ) رابطة النوع مؤسسه على أساس أنها خاصة للنوع (ب) يتقبل الصغير على أساس خاصية النوع مظهرها (مثل طراز اللون وبعض الروائح) (ج) متأخرة النضج (تحتاج لرعاية أكثر من أبيها)
٤ - الاستجابة للإنسان (أ) تطور لمسافات قصيرة (ب) لا تقلق بسهولة من الإنسان أو أى مؤثرات خارجية	٤ - الاستجابة للإنسان (أ) حيلة كاملة وتطور لمسافات طويلة (ب) من السهل إثارتها بالإنسان أو بأى تغيرات مفاجئة
٥ - بعض الصفات السلوكية الأخرى (أ) عادات غذائية متحررة (متضمنة القمامة) (ب) تتأقلم لدى واسع من الأحوال الجوية (ج) بطيئة الحركة	٥ - بعض الصفات السلوكية الأخرى (أ) عادات غذائية خاصة (ب) متأقلمة لظروف ثابتة (ج) خفيفة الحركة

المصدر : هيل (١٩٦٢) .

الكائنات التي نوقشت هنا . نحن نأمل أن يكون ذلك اهتماما مستقبليا لهذا الاتجاه أو
تبريرا لاقترب نهاية هذا الفصل .

الملخص

إن استعراضنا لوراثة السلوك قد غطي مجموعة واسعة من الكائنات متضمنة البكتريا والبروتوزوا والنباتات والحشرات والطيور والحيوانات الثديية الأليفة .
وبعيدا عن الأمثلة المتخصصة في الفصلين السابقين فإن الجينومات في معظم الكائنات ليست معروفة على الوجه الأكمل ولو أنه من الأهمية وضع هذا الدراسات العملية لهذه الفصول السابقة في هذه الرد التطوري .

ومظاهر السلوكيات التي استعرضت بواسطة الكائنات مختلفة ومتباينة . فالسلوك الكيميائي درس باستفاضة في البكتريا ، والبروتوزوا والنباتات ، وحتى في طور اليرقة في الحشرات . وفي الحشرات الكاملة فإن سلوك غزل الخيوط وسلوك التزاوج ومستويات التطفل وترديد أنواع الأغاني هي أمثلة لصفات مذكورة . وفي الحقيقة فإن الذباب الناقع هو برهان مقنع لتوضيح أن التعلم بالتكيف يرجع إلى التحكم الوراثي .
وفي السلوك الجماعي للحيوانات الفقرية فإن الدراسات المكثفة قد ذكرت .

وفي الكائنات الأقل رقيا فإن علاقة السلوك الكيميائي قد يكون مرجعه المباشر إلى البيئات التي تعيش فيها في البرية . على أنه في الكائنات الراقية في سلسلة التطور فإن العلاقات مع البيئات تكون غير مباشرة ويصبح التعلم ضرورة هامة .

وأحد الآفاق التطبيقية التي نبت من هذا الحصر التطوري هو دراسة التغيرات الوراثية والسلوكية على عملية الاستئناس على سبيل المثال في الدجاج والبط . ويجب أن يكون واضحا أن « السلوك المظهرى » للعشائر المستأنسة في أنواع تختلف من عدة اتجاهات عن العشائر الأصلية . وهذا السلوك المظهرى قد يكون مستمر التغير في الأنواع غير الاقتصادية مثل القطط والتي قد يكون المظهر مرتبطا بفترة زمنية خاصة (الموضة) .
ولكن ذلك يكون أقل في الكائنات التي تستأنس من أجل أهميتها الاقتصادية حيث يكون التماثل السلوكي هو الوضع الأمثل على الأقل في المدى القريب .

الفصل الحادى عشر

الإنسان : بعض الصفات غير المتصلة

سوف نتناول في هذا الباب والباب الذى يليه الجنس البشرى وعلى ذلك فبالإنسان فإن هذين البابين سوف يتضمنان أكثر الموضوعات تعقيدا ، وهو ما يجب أن يواجهه الدارس لوراثة السلوك ، وينشأ هذا التعقيد من عدم قدرتنا على التعمق فى متابعة سجلات النسب لاستخلاص أقصى ما يمكن من المعلومات الوراثية . وببساطة فإنه - بالنسبة للإنسان - لا يكون بإمكاننا أن نجري التهجينات والتهجينات الرجعية اللازمة للدراسة ، كما أنه لا يمكننا الحصول على معلومات من النوع الذى يمكن استخلاصه من السلالات الناتجة بتربية الأقارب ، أو من الهجن التى تدخل فيها هذه السلالات ، كما يتعذر إجراء تجارب الانتخاب . كذلك فإننا نفتقر إلى ميزة أخرى تتيحها لنا حيوانات التجارب وهى القدرة على ضبط وتعريف البيئات التى تجري عليها التجارب . وسوف يتضمن هذان البابان حدود الطرق المتاحة للدارس وراثة السلوك فى الجنس البشرى ، ويمكن الحكم على دقتها بمقارنتها بالطرق التى تطبق على حيوانات التجارب . وربما يكون الفرق الرئيسى فى إمكانية التحكم فى البيئة التى ترى تحتها حيوانات التجارب بينما يستحيل تحديد البيئة التى يعيش تحتها الإنسان ، وسوف يتحقق واحد من أهم أغراض هذا الكتاب إذا تمكن القارئ من تقييم البيانات التى تتعلق بالأسس الوراثية الممكن أن تحكم السلوك الإنسانى وذلك بشكل موضوعى .

وكما قد بدأنا تحليل الصفات السلوكية للجنس البشرى فى الباب السابع الذى غمكنا فيه من التمييز بين الصفات الحرجة **Threshold** وهى التى تتعلق بوجود الصفة أو عدم وجودها بين الصفات التى يحدث بها اختلافات مستمرة ، إلا أن هذا التمييز كان يشوبه الغموض فى بعض الأحيان . وسوف نتناول فى هذا الباب المجموعة الأولى من الصفات ، كما سنتناول فى الباب التالى المجموعة الأخرى ، وليس من هدفنا أن نسردها تغطية كاملة للموضوع ، وإنما سنكتفى بطرح عدد من الأمثلة التوضيحية وحيث أن الجنس البشرى يعتبر مركز الكون . لذا فهناك دراسات مستفيضة عليه ، مما يضطرنا

أن نمارس اختياراً دقيقاً لما نعرضه من أمثلة ، إلا أن ذلك سوف يؤدي - للأسف - إلى استبعاد كثير مما كتب في الموضوع ويستحق الذكر ، ولكننا سوف نذيل بالمراجع نهاية هذا الباب ليكون أطول نسيباً مما تعودنا أن نذكره في الأبواب الأخرى .

وإذا ما كان هناك صفة لها طابع وراثي وعائلي (أسري) في نفس الوقت فإن ظهورها ربما يكون ميراثاً ثقافياً أكثر منه انتقال يخضع لمفاهيم علم الوراثة ، ومن الأمثلة الواضحة لمثل هذه الصفات الثراء العظيم الذي قد تتداوله عائلات معينة . وسوف نبدأ بسرد التاريخ المعقد لمرض كيرو Kuru لتوضح الصعوبة التي تكمن في تفسير الصفات المتوارثة في العائلات heredofamilial traits

١١ - ١ مرض كيرو

عبارة عن مرض عصبي انحلالي غالباً ما يكون مميتاً ، وهو معروف في منطقة صغيرة من غينيا الجديدة تسكنها قبيلة تدعى قبيلة فوري Fore وما يجاورها ومعنى كلمة kuru بلغة هذه القبيلة « الارتعاش » كما لو كان يسبب البرد أو الخوف ، وهي تصف الأعراض الأولى للمرض ، وقد أمكن الآن تشخيص هذا الاختلال في وظيفة المخيخ باعتبار أنه له أساس فيروسي ، والعامل المسبب لهذا المرض عبارة عن واحد من أصغر الكائنات الدقيقة المعروفة حتى الآن ، وهو أصغر بكثير من معظم الفيروسات ، وينتقل عن طريق تحلل وتفكك أنخاخ المصابين به . وقد أطلق عليه الفيروس البطيء حيث أن الأعراض المرضية تتقدم بعد وقت من دخول الفيروس في العائل . وتظهر أعراض المرض على الشيمبانزي التي حققت بمستخلصات من أنخاخ ضحايا مرض كيرو وذلك بعد وقت يتراوح بين عشرة إلى خمسين شهراً من الحقن . وقد ذكر جيبس Gibbs و جاجدوسيك Gajdusek في سنة ١٩٧٨ أن ضحايا المرض من البشر يعيشون لمدة تصل إلى حوالي العام فقط ، وذلك من تاريخ ظهور الأعراض المرضية السريرية Clinical symptoms (وفي المستقبل ، ربما تعزى أمراض أخرى - في الإنسان - إلى الفيروسات البطيئة حيث أن وسائل التشخيص الفنية تتقدم لتصبح أكثر دقة) .

وقد سجل الأطباء الذين كانوا أول من وصف مرض كيرو أن الضحايا من الإناث البالغين وصل عددهم إلى أربع عشرة في مقابل كل ضحية من الذكور البالغين ، مما يحدونا إلى أن نعتبر أن حوالي ثلاث أرباع المصابين يكونون من النساء ، بينما يدخل تحت الربع الباقي الأطفال من كلا الجنسين بأعداد متساوية . وقد ذكر ستيرن Stern في سنة ١٩٧٣ أن مرض كيرو له أساس وراثي ، ويختلف تعبير الحالات الخليطة لعوامله

باختلاف الجنس وفقاً لما يلي :

Ku ku إنثى وذكر تعانى من الأعراض المبكرة للمرض

Ku ku إنثى يتأخر ظهور المرض عليها

ku ku ذكر خالية من المرض

Ku Ku إنثى وذكر خالية من المرض

وقد تمشت التفسيرات الوراثية - بشكل منطقي - وفقاً للبيانات المتاحة حينئذ ، ويلاحظ أن صعوبة إجراء الدراسات الوراثية على المجتمعات البشرية تتضاعف عندما تجرى على القبائل البدائية التي تختلف ثقافتها كثيراً عن ثقافتنا مما يجعلها غامضة . وفي حالة مرض كيرو ، لم يتضح السبب الحقيقي للمرض إلا بعد أن أمدنا علماء الإنسان *Anthrologist* بمعلومات تتعلق بممارسة تلك القبائل لأكل أنخاخ الموتى واقتسامها مع الأقارب . وقد بنيت سجلات النسل المقترحة لتحديد الأساس الوراثي لمرض كيرو على أساس الوجبات الغذائية للعائلة . ورغم ذلك لم يتمشى معدل انتشار المرض مع أى فرض وراثي معقول إلا فيما يتعلق بوجود اختلاف في المقاومة للمرض ، بينما تمشت كل الملاحظات مع انتشار فيروس عن طريق والطرق المزرعية *Cultural means* ، ومما يستحق الملاحظة أن سجلات النسب التي فسرت على أساس الفرض الوراثي كانت متوازية بشكل كبير مع الحقيقة القائلة بوجود مزارع فيروسية : *Cultural-riral reality* وعلاوة على ذلك فهناك دليل آخر ينفي وجود أساس وراثي للمرض ، ويتمثل في الحقيقة الماثلة في أن المرض قد استؤصل نهائياً منذ أن تغيرت القوانين التي تحرم أكل لحوم البشر .

ومرة أخرى سوف يتضح لنا في نهاية الباب التالي كيف أن دراسة العادات الحضارية تسلك نفس سلوك الوراثة البيولوجية . وتكون دراسة الأولاد بالتبني أكثر فعالية في فصل مكونات وراثية التقاليد (الوراثة الثقافية) عن الوراثة بمعناها البيولوجي . وسوف نتبع طريقة دراسة الأولاد المتبنين في هذا الباب ، ولو أنه لا يمكن اتباعها في الجوامع الوراثة .

ويمكن للقارئ الاطلاع على المناقشة التي أوردها هاربر *Harper* في سنة ١٩٧٧ ومنها يظهر أنه قد يختلط أمر العوامل البيئية العائلية على الباحث مع الأسس الوراثية على الرغم من الحقيقة الماثلة في أن هناك حالات معينة عرفت جيداً لسنوات طويلة مثل هذه التأثيرات في الأنواع الأخرى (خلافاً للإنسان) ، ويمكن أن نذكر منها - على الأخص - المثل الموجود في الثدييات والخاص بمرض « الاسكراى » : *Scrapie* ويسببه

فيروس بطة (انظر جيبس وجاجدوسيك في سنة ١٩٧٨ : Gibbs & Gajdusek, 1978)

ومثلما يحدث في مرض كيرو فإن الاسكراى يسبب تحللاً ممتاً للمخيخ ، ويظهر هذا المرض أساساً على الغنم ، كما يظهر أحياناً على الماعز ، و يمكن نقله - تجريبياً - إلى مجموعة أخرى من الثدييات ، وتشابه كل من وسائل التشخيص السريرية والمرضية مع تلك التى فى حالة مرض كيرو ، وفى سنة ١٩٧٧ اقترح جاجدوسيك أن المرضين ربما يرجعان لنفس السبب ، وفى الحالة الطبيعية ، ينتقل مرض سكرانى أساساً عن طريق الأم ، ويبدو أن العدوى تحدث قبل الولادة ، وقد عرف أن هناك اختلافات ملموسة فى القابلية للإصابة فى الغنم ، وتكون هذه الاختلافات محكومة وراثياً ، كما وجد نفس الشيء بالنسبة للفران ، وهذا يعضد ما افترض من وجود عوامل وراثية تعمل فى بعض أمراض الإنسان المتسببة عن الفيروسات البطيئة ، والتى تؤدى إلى الغث والبلاهة وذلك مثلما فى مرض الزهايمر Alzheimer ومن « كريتزفيلدت - جاكوب » Creutzfeldt-Jakob اللذان يظهران فى بعض الأسر .

وحيث أن العوامل البيئية العائلية ممكن أن تختلط على الباحث مع الصفات التى لها أساس بيولوجى ، لذا فإنه يكون من المعقول أن تتسبب الأمراض الأخرى التى تظهر فى عائلات الإنسان عن طريق مسببات مرضية ، وهنا يثار تساؤل عن الكيفية التى تمكن الباحث من تجنب الخلط بين هذه التأثيرات وبين الطرز الناتجة عن الوراثة المندلية الحقيقية ، ويشير تاريخ التفسيرات التى وضعت لمرض كيرو إلى أن ذلك لا يكون أمراً بسيطاً . وإذا اتبعنا الطريقة التى أوردتها هاربر فى سنة ١٩٧٧ يمكننا أن نقول :

١ - إن الانتقال الرأسى لاختلال معين أو مرض ما عبر عدة أجيال لا يعنى بالضرورة أنه يورث كصفة سائدة .

٢ - إن الاتجاه نحو وجود تجمع للصفة فى العائلة دون وجود طراز واضح من الوراثة المندلية لا يعنى بالضرورة وجود وراثة تخضع لعدة عوامل : multifactorial

٣ - إن انتقال صفة عن طريق الأم بصفة أساسية يؤدى إلى الشك فى تدخل البيئة الرحمية أو ما يشابهها فى نقل الصفة .

٤ - إذا وجدت الوراثة المندلية فلا ينفى ذلك دور العوامل البيئية التى تؤثر على تعبير المرض .

وفى هذه المرحلة فإننا نستطيع أن ندرك مدى الصعوبات التى تعترض تفسير البيانات التى تؤخذ على جنسنا الإنسانى ، حيث لا يمكن إجراء تجارب وراثية كما يحدث فى حيوانات التجارب .

١١ - ٢ عيوب النطق

تعتبر إلتتهمة والتي تسمى أيضاً « الثأثة » أو اللجلجة طرازاً معيناً من عيوب النطق التي تبدأ في الظهور أثناء الطفولة وتستمر حتى مرحلة البلوغ في حوالي ٢٠٪ من الحالات (انظر فان ريبير Van Riper في سنة ١٩٧١ ، ويكون للجنس تأثير واضح حيث يصاب الذكور بمعدل أكبر أربع أضعاف عن الإناث ، كما أن الثأثة أيضاً ترتبط بشدة بالأسرة ، حيث تسرى في العائلات . ورغم أنه لا يعرف سوى القليل عن أسبابها فإن العوامل البيئية (غير الوراثية) تلعب دوراً كبيراً حيث أن التوائم أحادية الزيجوت لا تكون دائماً متوافقة بالنسبة لعب الثأثة . وفي وجود مثل هذه المؤثرات البيئية فإن المنظر الحارجي لا يخضع لأي من نظم الوراثة المندلية لنقل الصفات . وفي المعتاد ، يمكن تفسير ما يلاحظ في الأسرة من طراز لنقل الصفة بأنه إما أن يكون خاصاً لنظام تعدد العوامل : multifactorial أو لنظام الجيش الواحد ذو التأثير الكبير : Single-major-locus ويصدق ذلك على الأخص إذا ما نظرنا إلى وجود أو عدم وجود الصفة (انظر كيد Kidd في سنة ١٩٧٧) .

ويجب أن يؤخذ في الاعتبار إمكانية أن يكون التوارث راجعاً كلية إلى عوامل الرق (الثقافة) Cultural . ورغم كل شيء فإن الانتقال الثقافي يكون أكثر مرونة من الانتقال البيولوجي ، حيث يكون قادراً على إحداث التغير السريع والمحدد من جيل إلى جيل ، فالأولاد قد يهاكون واحداً من الأكبر سناً أو واحداً أو أكثر من الأقارب الملاصقين الذين يعيشونهم بهم بدرجة كافية . وهناك أيضاً اختلافات كبيرة - من حيث الدرجة والتكرار - لصفة الثأثة ، سواء بين الأفراد أو مؤقتاً بالنسبة للفرد الواحد ، وربما يكون ذلك استجابة للمدادات البيئية ، خاصة في مظاهرها العاطفية . وبصفة عامة ، فقد ارتفعت هذه النظرة « لتوارث » الثأثة في الأحقاب الأخيرة ، ولكن فان ريبير Van Riper انتهى في سنة ١٩٧٧ إلى أنها لا تفسر بشكل كاف كل مظاهر العائلية والتطورية للثأثة .

وقد لاحظ جارسيد Garside وكبي Kay في سنة ١٩٦٤ أن الإناث التي تعاني من الثأثة يكون هن أقارب تشيع فيهم حالة الثأثة بتكرار أعلى من الموجود في عائلات الذكور المصابين وعلى الرغم من أنهما لم يستبعدا وجود وراثة تخضع لعامل واحد إلى أنهما فضلاً تفسيراها على أنها تخضع لنظام الجينات المتعددة Polygenic من مستويين two thresholds سلمين أعلاهما للإناث . وفي المستوى الأعلى تكون الإناث أقل إصابة بالثأثة ، ويعتبر من أصيب فعلاً بهذا العيب ذوات حمل وراثي أكبر : more genetically

loaded ومن ثم يكون هن أقارب أكثر قد أصيبوا بالتأثأة . وهناك ملاحظات وتفسيرات شبيهة فيما يتعلق بحالات انشقاق الشفة وسقف الحلق : *Cleft lip and palate* ، انظر ماكتبه وولف *Woolf* في سنة ١٩٧١ . ويشيع حدوث أوجه الشذوذ الخلقيّة الأخرى في الذكور أكثر من الإناث ، وتتجمع الصفة في الأسرة ، ولكن لا يكون هناك نماذج مندلية واضحة لانتقالها (ولا تكون هذه الصفات مرتبطة بالجنس على التأكيد ، حيث أن وجود الآباء والأبناء المصابة يكون أمرا شائعا في الأسرة) .

وقد استخدم تأثير الجنس في البحث عن حدوث اختلافات في التباينات الوراثية في الدراسات الأحدث والتحليلات الوراثية الأكثر حساسية (انظر كيد *Kidd* وريكورد *Records* في سنة ١٩٨٧ . وقد حاول الباحثون أن يفرقوا بين بدائل انتقال الصفة بفعل نظام الجينات العديدة *multifactorial or polygenic* وبين انتقالها وفقا لنظام الجين الواحد ذي التأثير الكبير *single-major-locus* ولو أن « كيد » وزملاءه لم يتمكنوا من استبعاد وجود أى من النظامين لإحداث التوارث ، إلا أن نظام الجين الواحد ذو التأثير الكبير كان أكثر ملاءمة للانطباق على البيانات المأخوذة من العائلات . وقد استخدم الباحثان مفهوم وجود مستويين مع وجود موقع واحد له ايلين بجانب المطلبات البيئية الأساسية . وكانت نتائج تحليلهما تشير إلى أن الجين المتحكم في التأثير يكون كما يلي :

$$\text{تكرار جين التأثأة} = 0.04 \pm 0.007$$

تكرار صفة التأثأة بين الأفراد الغير حاملين لجين التأثأة = 0.005 ± 0.003 ، في الذكور و 0.002 ± 0.002 ، في الإناث . تكرار التأثأة بين الأفراد الذين بهم نسخة واحدة من جين التأثأة = 0.378 ± 0.025 وفي الذكور 0.107 ± 0.019 ، في الإناث . تكرار التأثأة في الأفراد الذين بهم نسختين من جين التأثأة = 1.00 في الذكور و 1.00 في الإناث .

ويتميز هذا النظام بأنه لا يعلل فقط لزيادة تكرار الأفراد المصابين بالتأثأة من بين أقارب الإناث المصابين (وهى الحقيقة التى استخدمها جارسيد وكبي في سنة ١٩٦٤ لتدعيم فرض الوراثة وفقاً لنظام الجينات العديدة ، وإنما يوضح أيضاً ما يلاحظ من ارتفاع حالات ظهور الأخوات المصابات للأثنى الداخلة في سجل النسب *proband* ولا يمكن تفسير هذه الملاحظة الأخيرة بواسطة فرض الجينات العديدة ، ويتطلب الأمر مزيداً من البحث باستخدام التوائم واللقطاء (المتبنين) وباستخدام الارتباط الوراثي *linkage* (والآخر أكثرها صعوبة) حتى يمكن تحليل النقط الغامضة عن التأثأة ، ورغم أن الطريقة التى اتبعها كيد *Kidd* لتقصي حقيقة التأثأة لم تعط تفسيراً قاطعاً لهذا الميب

حتى الآن إلا أنها تعتبر وسيلة مناسبة للتحليل الوراثي لصفات الإنسان التي يظهر أن للجنس تأثيراً عليها وتتركز في أسر بعينها ، إلا أنه لم يستدل على وجود طرز منديلية مثلاً بالنسبة لأمراض مثل عيب صعوبة القراءة المسمى : *dyslexia* والجنون الاندفاعي المسمى *hyperkinesis* ومرض سلس البول المسمى *enuresis* وكذلك كل العيوب الخلقية السابق ذكرها .

والآن نتناول مرض صعوبة القراءة : *dyslexia* بشيء من التفصيل ، وتشق هذه الكلمة من المقطع اللاتيني *dys* ومعناه الردىء والمقطع *lexia* ومعناها الكلام أى أن المعنى يكون : عدم القدرة على القراءة مع الفهم ، على الرغم من أن ذلك يكون مصحوباً عادة برقم أعلى من المعتاد لمعامل الذكاء ، وعلى ذلك تكون الكفاءة أقل من القدرة بكثير ، وربما يشمل هذا المرض تفوقاً في النطق والقدرة على رؤية المكان : *visuospatial* أو العجز عن الكتابة (وترجع الدرجة الثانوية من عدم القدرة على القراءة بفهم *secondary dyslexia* إلى تلف في المخ) ولم يتفق حتى الآن على تشخيص نموذجي لهذه الحالة ، وترجع الصعوبة إلى أن أوجه النقص هذه لا يمكن تواجدها في مرحلة النضج .

وفي الفرد الذي يعاني من هذا العجز لا يكون هناك سيادة لليد والعين والمقدم التي توجد في جانب واحد ، وفي كثير من الأحيان يكون المرضى من الأولاد والرجال (انظر قسم ٥ ص ٧) ولكن تتضارب التقديرات التي حسبت لتكرار حدوثه في العشرة (انظر العرض الشيق الذي أوردته هرشيل *Herschel* في سنة ١٩٧٨ وما يصاحبه من مراجع) وقد انتهى هرشيل إلى ما يأتي :

لا يمكن دحض الفرض القائل بأن هذه الصفة يحكم توارثها جين سائد موجود على كروموسوم جسمى . ولكن نفاذيته تكون ناقصة . وله تعبير قابل للاختلاف . وقد وجد أن فرض الجين الواحد ينمى مع ما وجد في أى من سجلات النسب المدروسة . وقد أظهر ذلك كروجر *Kruger* في بحث مختصر أجراه سنة ١٩٧٢ . ولكن من الوجهة الظاهرية يبدو أن التفسير على أساس الوارث بفعل جينات عديدة يكون أكثر قبولاً . حيث أن ما يصاحبه من تشوش في عديد من العمليات تجعل الأمر بالغ التعقيد . ويمكن لعديد من العوامل البيئية أن تحور من مسار الاختلال (المرض) .

ورغم ذلك فإن هذا التعليل يظهر صعوبة في تفسير النتائج من هذا الفرض . حيث أن ارجاع التوارث لطراز منديلي له نفاذية مختزلة وتعبير قابل للاختلاف يتساوى تقريباً مع ارجاعه إلى جينات عديدة ، وذلك إذا ما افترضنا أن مستوى النفاذية وتعبير الجينات يحكمه نظام وراثي . وبالإضافة إلى ذلك فإنه بينا لا يؤدي وجود عوامل بيئية كثيرة إلى

جعل الصفة تحكم بجينات عديدة إلا أن هذه العوامل البيئية الكثيرة تميل إلى تحويل التوزيع الغير مستمر إلى توزيع مستمر .

وتشارك الأسر التي بها مرض عدم القدرة على القراءة في تأخر القدرة على التكلم بمعدل ٦٠٪ من الوقت . ففي سنة ١٩٨٧ أورد هرشيل **Herschel** أربع دراسات منفصلة لحوالات توائم أحادية الخلية المخصبة (أحادية الزيجوت) ووجد فيها أن كل الست وثلاثين توأماً أحادى الزيجوت اتفقت في معاناتها من تأخر القدرة على القراءة ، وكان باكوين **Bakwin** قد سجل اختلافاً طفيفاً عن ذلك في سنة ١٩٧٣ حيث درس واحدة وثلاثين زوجاً من التوائم أحادية الزيجوت ووجد منها ستاً وعشرين زوجاً تتوافق من حيث تأخرها في القراءة ، وقد سجل نفس هؤلاء الباحثين وجود إحدى ثلاثين حالة من سبعة وتسعين توأماً من التوائم ثنائية الزيجوت كان فيها توافقاً من حيث النقص في قدرات القراءة والمهارة والكتابة . ورغم ذلك فإنه يجب أن نورد هنا توضيحاً نتجنب به سوء الفهم ، فعلى حد معلوماتنا فإنه لم نجر أبحاث على توائم تعاني من تأخير النطق بعد ترتيبها منفصلة عن بعضها ، فالتجارب على التوائم - في حد ذاتها - يشوب نتائجها شيء من التشوش فيما يتعلق بالتعلم ، كما سبق ذكره في الباب السابع .

١١ - ٣ إدمان الكحوليات :

ذكر دى فرينز **Defries** وبلومين **Plomin** في سنة ١٩٧٨ أن صفة إدمان الكحول تشكل مظهراً مهماً للمجتمع ، ويكون من المفيد لنا أن نعمل حصراً لها عن طريق دراسات التبنى : **adoption studies** حيث تتلازم مثل هذه المداخل للدراسة توارث سلوك الإنسان مع هذا النوع الغير نادر الحدوث من الادمان .

وقد يكون مرض الادمان على الكحول حاداً أو مزمناً ، ولكن في كلتا الحالتين فإن الافراط والانغماس الاضطرابى الذى يصاحبه يظهران بشكل أكثر كثرة (ثلاثة إلى أربعة في المائة في العشيرة العامة) في الرجال عنه في النساء . وإذا كان الأب مدمناً فإن خطورة ظهور نسل مدمن ترتفع إحصائياً إلى ست وعشرين في المائة ، بينما تعطى الأم المدمنة نسبة مرضية تبلغ اثنين في المائة . وبالمثل فإن الأخ يعطى ٢١٪ والأخت ٩,٩٪ من هذه النسبة كل هذا بصرف النظر عن جنس الفرد نفسه ، ولو أن التجارب شملت الرجال بشكل أكثر (انظر أمارك **Amark** في سنة ١٩٥١ وماك كلين **Mc Clean** ودى فرايز **Defries** في سنة ١٩٧٣) . وعلى ذلك نستطيع أن نقول : نعم ، إن إدمان الكحول يورث في العائلات .

وقد سبقت الإشارة في الباب السابع باختصار إلى أن دراسة الأولاد المتبنون تساعد على تحليل العوامل الوراثية والبيئية المشتركة بين أفراد عائلات طبيعية ، وسيدكر ذلك بالتفصيل في الباب التالي وتتيح دراسة الأبناء المتبنين الحصول على بيانات من أفراد لا يمتون لبعضهم بصلة القرابة وإنما يعيشون معا ، ويفيد ذلك في اختيار التأثيرات البيئية المشتركة بين أفراد العائلة ، ويمكن عمل مقارنة بينهم وبين أفراد بينهم قرابة وراثية ولكن يعيشون تحت بيئة منفصلة (للدراسة التأثيرات الوراثية) . انظر مآكثبه دى فرايز Defries وبلومين Plomin في سنة ١٩٧٨ . وهناك دراسة تناولت مجموعتين معينتين شملت الأول منها خمسة وخمسين رجلا دائما ركيا كل منهم له أب حقيقي bioparent شخصت حالته على أنه سكير ، واتبع نظام التبنى مع كل الأولاد عندما وصل عمرهم إلى ستة أسابيع ، حيث تركوا ليعيشوا مع عائلات لا تمت لهم بصلة القرابة مما عاق اتصالهم بوالديهم فيما بعد (انظر مآكثبه جودوين Goodwin وآخرون في سنة ١٩٧٣) . وقد أصبح ١٨٪ من هؤلاء الأفراد مدمنين للحمر فعلاً عندما كان العمر ثلاثين سنة في المتوسط (وقد انطبق عليهم التعريف الدقيق للادمان من وجهة النظر التي تشمل النواحي القانونية والاجتماعية وناحية الزواج . بجانب الصعوبات التي يواجهها مدمنو الكحول في العمل . وقد درست عينات مقارنة Control (تشمل أفرادا من نفس الجنس ومدى العمر ومتبين ولهم ماض مشابه ، ولكن لم يكن أى من أبويهم مدمناً للكحول) . وقد وجد أنه في هذه العينات الضابطة أن ٥٪ فقط قد أصبحوا مدمنين للكحول .

وفي المثال الثاني قام شوكت Schuckit وجودوين Goodwin ووينكا Winoku في سنة ١٩٧٢ بإجراء مقابلات في منازل نحو مائتي مدمن من مدني الكحول يبلغ متوسط سن كل منهم حوالي أربعين سنة ، كما قبلوا أخواتهم غير الأشقاء : half-siblings ، وقد أتاح هذا التصميم إجراء تقدير للتأثيرات النسبية للآباء الحقيقيين biological بالمقارنة بالآباء الذين تبنا هؤلاء الأشخاص ، وقد وجدت النسب الآتية من مدمني الكحول :

الأب الحقيقي مدمن للكحول والأب القائم بالتربية مدمن أيضاً وكانت النسبة ٤٦٪
الأب الحقيقي غير مدمن للكحول والأب القائم بالتربية غير مدمن أيضاً كانت النسبة ٨٪
الأب الحقيقي مدمن للكحول والأب القائم بالتربية غير مدمن كانت النسبة ٥٠٪
الأب الحقيقي غير مدمن والأب القائم بالتربية مدمن كانت النسبة ١٤٪ .

ومن الواضح أن حالة (واحدة على الأقل) الآباء الحقيقيين كانت بالغة الدقة ، بينما كانت ظروف الآباء المتبنين للأولاد أقل تأثيراً في جعل الشخص ينغمس في الادمان أو

ينجو منه من الحالة الوراثية . ويمكن الاطلاع على ماكتبه كانج Kanj في سنة ١٩٥٧ وبارتاني Partanen ويزون Bruun وماركانين Markkanen في سنة ١٩٦٦ وذلك فيما يتعلق بدراسة التوائم وتدرج الادمان إلى درجات بحث يعطى الذى توقف عن الادمان : صفر بينما يعطى المدمن المزمّن أربع درجات ؛ التكرارات ، والكثافة ، والتحكم أو الافتقار إلى ما ذكر) وهذا بالإضافة إلى البراهين المستقاة من الأبحاث التى أجريت على القوارض (قسم ٩ - ٣ وقسم ٩ - ٥) ، وكذلك من الأبحاث التى أجريت على الحشرات (قسم ٨ - ٥) وتقودنا هذه الأبحاث إلى الاقتناع بشدة بأن هناك أساساً حيوية (بيولوجية) للاعتماد على الكحول . وبالنسبة للإنسان فما يزال من غير الممكن أن نعطي حكماً قاطعاً فيما يتعلق بالتركيب البنائى الوراثى للادمان على الكحول .

وفما يتعلق بالكيمياء الحيوية للإدمان فلم يفهم - للأسف - سوى أوجه قليلة ، ولكن الانتباه أصبح مركزاً على إنزيمين يدخلان فى الخطوات الأولى لإزالة التأثير السام للكحول ، وهما إنزيماً ديهيدروجينيز الكحول الموجود بالكبد والذى يرمز له بالرمز ADH وإنزيم الديهيد الديهيدروجينيز ALDH (انظر قسم ٩ - ٥) . ولم تعرف سوى معلومات قليلة عن علاقة أى من النواتج الوسطية للتمثيل الغذائى metabolites (مثل كحول الايثايل والمركبات المشتقة منه مثل الاسيتالديهيد والخلات) بالميكانيكية التى تجعل المتعاطى للخمر يصل إلى مرحلة السكر أو إدمان الخمر ، انظر ماكتبه شوكت Schuckit ورايس Rayes فى سنة ١٩٧٩ . وقد اقتضت الأبحاث الوراثية على أربع مظاهر واسعة تشتهر بأنها متلازمة مع الادمان على الكحول (للمراجعة انظر ماكتبه أوكيشوت Oakeshott وجيبسون Gibson سنة ١٩٨٠) وهذه المظاهر هى :

- ١ - وجود اضطرابات نفسية مصاحبة Associated psychiatric disorders : وهذه يشيع وجودها بين أقارب المدمنين على الكحول (الخمر) بشكل أكبر من المتوقع .
- ٢ - القابلية للإصابة بالادمان Susceptibility to cation intoxi : وهذه يستدل عليها بمقاييس فسيولوجية وسلوكية مختلفة تحدد الإدمان (مثل احمرار الأوعية الدموية المحركة vasomotor معدل ضربات القلب keartrate ضغط الدم عدم الارتياح المعدي والإصابة بالدوار drovsiness) وهذه المقاييس يشيع وجودها بشكل مؤكد إحصائياً فى الصينيين واليابانيين والكوريين والاسكيمو والهنود Amerindians وذلك أكثر مما يحدث فى الجنس القوقازى (الأبيض) ، حيث أن مثل هذه الاختلافات تحدث حتى بين حديثي الولادة . لذا يحتمل أن توجد اختلافات وراثية ، وبالإضافة إلى ذلك تظهر الدراسة - بشكل مؤكد - وجود مكون وراثى يحدد القابلية للإصابة بالادمان (انظر

ماكثبه برونينغ في سنة ١٩٧٧) ، وقد استدل عليه من رسم الموجات الكهرومغنية عقب تناول الكحول (انظر قسم ١٢ - ٨) .

٣ إدمان الكحول الايثيل Detoxification of ethanol : لم يمكن الحصول على استنتاجات عامة من الدراسات الحديثة التي استعملت فيها مجموعات تابعة لسلالات مختلفة ، ولو أن الدراسة التي أجريت على سلالة الأبيض (القوقازي) أشارت إلى وجود مكون وراثي بصفة مؤكدة .

٤ وجود إنزيم الكحول (كحول ديهيدروجينيز) Alcohol dehydrogenase : اقترح بعض الباحثين وجود اختلافات ترتبط بتوزيع الحالات المصنفة حسب درجة القابلية للإصابة بالإدمان ، ولكن لا يمكن النظر لهذا الدليل إلا على أنه أمر وارد الحدوث suggestive وفي الختام نستطيع القول بأن الدراسات التي أجريت على الأخوة غير الأشقاء half-siblings وكذلك على الأولاد بالتبني adoptees قد قدمت برهانا قويا على أن إدمان الكحول يورث بصورة جزئية ، ولكن يلزم إجراء تحليلات كمية أكثر ، كما يكون من الضروري إجراء مزيد من الدراسة على العوامل التي عطلناها فيما سبق . وعلى ذلك فإنه يمكن القول بأن القابلية للإصابة بالإدمان تتحدد جزئيا عن طريق معدلات التمثيل الغذائي للكحول .

١١ - ٤ الانزيمات والسلوك :

ما هي العلاقات بين وراثة السلوك والانزيمات ؟ علما بأن الانزيمات قد عرفت بصورة أفضل بكثير ، ففي سنة ١٩٦٤ ذكر إيداسون وزملاؤه هذا السؤال في الفصل الرابع الذي تناولوا فيه الوراثة الكيميائية الحيوية وعلاقتها بالسلوك ، وقد أوردوا به قائمة شملت عشرين اختلالا وراثيا في التمثيل الغذائي تبلغ ذروتها عند حدوث اضطرابات عصبية أو سلوكية أو كليهما معا . وبعد ذلك بنحو عشر سنوات قامت المؤسسة الدولية المسماة مارش أوف دايمز March of Dimes بنشر قائمة باختلالات تحدث في التمثيل الغذائي وتشمل حالات خاصة متسببة عن إنزيمات معينة (انظر الجدول رقم ١١ - ١) ويرجع إلى ما ذكره بيرجيسما Bergsma في سنة ١٩٧٩ فيما يتعلق بأعراض كل مرض . ومن ضمن العناوين التي ذكرت في جدول ١١ - ١ يكون هناك حوالي ثلاثين قابلياً للتشخيص قبل الولادة (انظر مآكثبه ليتيل فيل Littlefield وميلانسكي Milunsky وجاكوفى Jacoby في سنة ١٩٧٣) وعلاوة على ذلك فقد نتج عن التقدم الذي حدث أخيرا أن صارت بعض الانزيمات تستعمل في حد ذاتها كعلاجات ، كما

جدول ١١ - ١ : حالات اختلال التمثيل الغذائي المتوارثة ، المعروف تضمينها نقص انزيمات معينة (يتم تعريف المرض بذكر الانزيم المستول عن الخلل أو المادة المعرض تمثيلها للخلل)

Acatalasemia
 Acid maltase deficiency*
 Acid phosphatase deficiency
 Adenine phosphoribosyl transferase deficiency
 Adenosine deaminase deficiency
 Adenosine triphosphatase deficiency
 Albinism-oculocutaneous, tyrosinase negative
 Alkaptonuria
 Argininemia*
 Argininosuccinic aciduria*
 Brancher deficiency*
 Carnosinemia*
 Citrullinemia*
 Cystathioninuria*
 Disaccharide intolerance
 Fabry disease*
 Fructose-1-phosphate aldolase deficiency*
 Fructose-1,6-diphosphatase deficiency*
 Fructosuria (marker)
 Galactokinase deficiency
 Galactosemia*
 Gaucher disease
 Globoid cell leukodystrophy*
 Glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency
 Glutathione peroxidase deficiency
 Glutathione reductase deficiency
 Glycogenosis, type I
 Glycogenosis, type II
 Glycogenosis, type VI
 G_{M1}-gangliosidosis, type 1*
 G_{M1}-gangliosidosis with hexosaminidase A and B deficiency*
 G_{M1}-gangliosidosis with hexosaminidase A deficiency*
 Goitrous cretinism
 G-phosphogluconate dehydrogenase deficiency
 Hexokinase deficiency
 Histidinemia*
 Homocystinuria
 Hydroxyprolinemia (marker)
 Hyperammonemia*
 Hyperoxaluria
 Hyperprolinemia (marker)
 Hypervalinemia*
 Hypophosphatasia
 Isovalericacidemia*
 Juvenile G_{M1}-gangliosidosis, type II
 Juvenile G_{M1}-gangliosidosis, type III
 Lactose malabsorption
 Lesch-Nyhan syndrome*
 Lysinemia*
 Maple syrup urine disease*

تابع جدول ١١ - ١

Metachromatic leukodystrophies
Methemoglobinemia
Methylcrotonylglycinuria
Methylmalonic acidemia*
Mucopolysaccharidosis I-H*
Mucopolysaccharidosis I-S
Mucopolysaccharidosis II*
Mucopolysaccharidosis III*
Myophosphorylase deficiency*
Niemann-Pick disease*
Nucleoside phosphorylase deficiency
Oroticaciduria
Pentosuria (marker)*
Phenylketonuria*
Phosphofructokinase deficiency
Phosphoglycerate kinase deficiency
Phosphohexose isomerase deficiency
Phytanic acid storage disease*
Porphyria*
Propionic acidemia*
Pyroglutamic acidemia*
Pyroglutamic aciduria
Pyruvate decarboxylase deficiency
Pyruvate kinase deficiency
Saccharopinuria
Steroid 11 β -hydroxylase deficiency
Steroid 17 α -hydroxylase deficiency
Steroid 17,20-desmolase deficiency
Steroid 18-hydroxylase deficiency
Steroid 18-hydroxysteroid dehydrogenase deficiency
Steroid 20-22 desmolase deficiency
Steroid 21-hydroxylase deficiency
Steroid 3 β -hydroxysteroid dehydrogenase deficiency
Sulfite oxidase deficiency*
Thiolase deficiency
Transglucuronylase, severe deficiency
Triosephosphate isomerase deficiency
2,3-diphosphoglycerate mutase deficiency
Tyrosinemia
Wolman disease*
Xanthinuria
Xanthurenic aciduria

حالات خلل من المعروف حدوث تأثيرات سلوكية مصاحبة لها تتراوح ما بين اختلافات الخلق والحيات والتخلف العقلي .

thirty are diagnosable prenatally (Littlefield, Milunsky, and Jacoby, 1973). Moreover, recent technological advances are resulting in enzymes being used as medications per se and in the production of drugs as well (Arehart-Treichel, 1978).

أنها تدخل في تحفيز العقاقير كذلك (انظر ماكنيه أريهارت - تريشيل Arehart-Treichel في سنة ١٩٧٨) .

ويلاحظ أن بعض الظروف التي جاء ذكرها في الجدول قد نوقشت في أثناء متفرقة من الكتاب، فمثلاً نوقش مرض البول الفينولي **Phenylketonuria** في الأبواب من الثاني للخامس، وسوء امتصاص سكر اللكتوز **lactose malabsorption** في البابين الثالث والرابع كما أن مَرَضَ جاونشر **Gaucher** والبول القرمزي **Porphyric** سوف يناقشان هنا .

وهناك - على الأقل - طرازان من مرض جاونشر، وكلاهما يرجع إلى جينات متنحية موجودة على الكروموسومات الجسمية وليس بينها ارتباط . (انظر ماكنيه فيليبارت **Philippart** في سنة ١٩٧٩) ، وفي الطراز الحاد الذي يصيب الأطفال فعادة لا يعيش الأطفال الذين ينجون منه أكثر من سنتين يعانون فيما من مرض الشلل (الفالج) الذي يكون مصحوباً بحول في العينين ، وتشنج في الحنجرة ، مما يسبب صعوبة في البلع ، مع حدوث نوبات فجائية تصيب القلب أو المخ ، مع آلام في مؤخرة الدماغ (في المخيخ) ، وضعف في الإتران ، وفي توجيه الجسم ، مع تزايد فقدان القوى العقلية إذا ما استمرت حياة المصابين إلى ما بعد الطفولة (وربما يرجع ذلك إلى وجود طراز طفولي ثالث من طرز مرض جاونشر) ويكون هناك نقص في محتوى الانسجة من إنزيم البيتا جلو كوزيديز **B-glucosidase** مصحوباً بتوافر مخزون ليبيدات الجليكول: **glycolipids** الناتجة عن الانحلال الطبيعي لخلايا الدم المسنة سواء الحمراء منها أو البيضاء . ومن الواضح أن عمليات الهدم لهذه الخلايا التي تتحلل بصورة دورية ويحل محلها خلايا أخرى لا يمكن أن تتم كما هو الحال في الأطفال والبالغين الأصحاء . ويعاني تسعون في المائة من الأفراد الحاملين لهذا المرض الوراثي من الطراز المزمن الذي يصيب البالغين ، وحينئذ تظهر الأعراض الأولى عند حوالى السنة الثانية ، ولكن الإصابة لا تسبب اختزالا شديدا في الفترة المتوقعة أن يعيشها الفرد ، ومن حسن الحظ أن كل طرز مرض جاونشر يمكن علاجها بدقة قبل الميلاد (وذلك عن طريق إحداث ثقب في الغشاء الأمنيوسي بحقنة دقيقة ثم سحب جزء من السائل وزرعه في أنابيب زجاجية وتحليل مجموعة الخلايا الناتجة) .

ومن الطريف أن نتكلم هنا عن مرض آخر ممكن أن نطلق عليه مرض البول القرمزي أو الأرجواني أو البورفيريا **Porphyria** وهى كلمة لاتينية (يونانية) تعنى قرمزي أو أرجواني ، وتشير إلى لون البول عندما يحتوى على مادة البورفيرين **Porphyrin**

المستخلصة من البول وهى إحدى مشتقات الصبغة التنفسية « الهيموجلوبين » وفى كل صور مرض البول القرمزى يكون هناك طرز من الخلل الانزيمى ، وهناك بضع المعلومات عن حدوث شذوذ فى السلوك يكون مصحوباً بوجود حالة حادة أو مزمنة من تسمم البول القرمزى ، ويمكن أن يختلط أمر البول القرمزى مع حالات العلوى . التلوث . infection

وأول ما يشكو منه مريض البول القرمزى الحاد والمتسبب عن جين جسمى سائد هو وجود آلام فى البطن ، وفى حالات أقل شيوعاً . تكمن الأعراض الأولى متمثلة فى شلل جزئى ، وفى هذه الحالة ، يكون دور الجهاز العصبى واضحاً من بداية التشخيص السريرى (الاكلينيكى) وبتكرار الإصابة يتراكم أثر المرض بما فيه من فقدان للقرى العقلية (انظر ماكتبه ستيفسون Stevenson ودافيدسون Davidso وأوكيس Oakes فى سنة ١٩٧٠ . وربما ينلر وجود حالة الإصابة الحادة الزائدة ، ويعيش المريض سنوات يعانى فيها من التوتر العصبى والهستيريا والحالة النفسية العصبية psychoneurosis وخلال فترات هجوم المرض attacks يؤدى حدوث التوتر العصبى إلى حدوث نوبات من الاضطرابات النفسية Psychotic episoodesh يصحبها سلوك ينم عن وجود خلل عقلى يتميز بفترة تبيع لها فترة حزن وكآبة (انظر الباب الحادى عشر والباب التاسع) ، ويحدث احتياج مصحوب بهلوسة ، تنبذ أعراض الذهان (الهواس) المسمى بذهان كورسكوف Korsakoff Psychosis ، وتمثل فى اختلال الصلة بالواقع أو انقطاعها ، مع حدوث التهاب عصبى Polyneutritis يصحبه همس أو غمغمه muttering مع نوبات من الأرق أو السُّهْد insomnia ، ويصحب ذلك آلام فى أطراف الجسم . ويميز الحالة المزمنة لمرض البول القرمزى المتقطع الاحساس بعدم ارتياح فى منطقة البطن تكون مصحوبة بحالة عصبية nevralogical ، ولكن الحساسية للضوء تكون هى العرض المميز والسائد فى هذا الطراز ، وقد تتزايد خطورة الأعراض المصاحبة لهذين الطرازين من مرض البول القرمزى (والذى يورث كلاهما بواسطة عوامل جسمية مائدة) عن طريق الحقن بعقاقير معينة مثل الباربيتويات barbituates والسلفوناميد sulfonamides .

وتكون البوفيرينات أساسية لعدد مختلف من عمليات التمثيل الغذائى الخلوى ، حيث أنها تدخل كنواتج وسطية فى تخليق الهيموجلوبين والميوجلوبين myogloblin والسيوكرومات وإنزيم الكاتالاز وإنزيمات مجموعة البيروكسيداز وحتى كلوروفيل النبات (انظر ماكتبه : ايداسون Elduson وآخرون فى سنة ١٩٦٤ وليفان Levine وكاباس Kappas فى سنة ١٩٧٣ . ويلاحظ أنه ليس هناك علاج لمرض البول القرمزى سوى عن

طريق تعاطي مهدئات الأعصاب ، وقد أورد تسودى Tschudy في سنة ١٩٧٩ ما يلي بهذا الخصوص : « في حالة المريض الذى يعرف مرضه ويكون قد حذر من العوامل المسببة للترسيب فإن التكهن بالاتجاه الذى يأخذه سير المرض أصبح يتم الآن بصورة أحسن من ذلك .. فإن معدل حدوث الوفاة والذى بلغ ٢٤٪ في فترة ملاحظة العمر الذى فوق خمس سنوات .

وفي جنوب أفريقيا تزوج مزارع هولندى يدعى أريانتج جاكوبس Ariantje Jacobs من سيدة تدعى جيريت جانسى : Gerrit Jansy كانت قد أرسلت إليه من ملجأ روتردام ، ونتج عن هذا الزواج ثمانى أبناء كان أربعة منهم جدودا للثانية آلاف الذين يعانون من مرض البول القرمزى ويعملون مورثاته (جيناته) التى تظهر أثرها في جنوب أفريقيا . ويظهر شكل ١١ - ١ سجلا لنسل ثلاث من اليوتان الملكية الأوربية التى بينها علاقة متبادلة . وقد كان جورج الثالث هو الملك البريطانى وقت أن شبت الثورة الأمريكية ، ولم يكن الاضطراب العقلى المتقطع الذى كان يعانى منه وكان يعرف حينئذ بالجنون المتقطع Sporadic madness - في الواقع سوى مرض البول القرمزى المتقطع الوراثى ، وقد غير هذا المرض من تاريخ إنجلترا وتاريخ البلد الذى أصبح فيما بعد يعرف بأمريكا ، كما أدى رسمياً إلى استقرار ما سمي بالطب النفسى أو العقلى Psychiatry ، ويظن أنه أثناء إحدى نوبات الضعف العقلى قام جورج الثالث بالموافقة على قانون الدمغة ذى السمعة السيئة ، وقد اتُخذ ذلك فيما بعد دليلاً على جنونه وعنه ، مما اضطره في النهاية إلى تحديد إقامته في قلعة ويندسور ، وهو ولو أنه كانت تعاوده نوبات من الصحة إلا أنه استبدل بوصى على العرش كان هو نفسه أكثر اعتدالاً في إصابته بهذا المرض ، وقد عاش جورج الثالث حتى الواحدة والثمانين ، ويرجع الفضل في ذلك على حد قول ماكالبين Macalpine وهانتر Hunter في سنة ١٨٦٩ إلى « غذاء طيب » وتجنب للعلاج بالعقاقير ، وعلاج يُخضع للمنطق : generally rational treatment مما قلل من إصابته بالهلوسة . (انظر أيضاً : ليرنر Lerner وليبى Libby في سنة ١٩٧٦ ، وفي وسعنا أن نخمن ما الذى كان سيحدث من تأثير على التاريخ نتيجة لهذا المرض .

١١ - ٥ قدرات التدقيق وغيرها من الادراكات الحسية

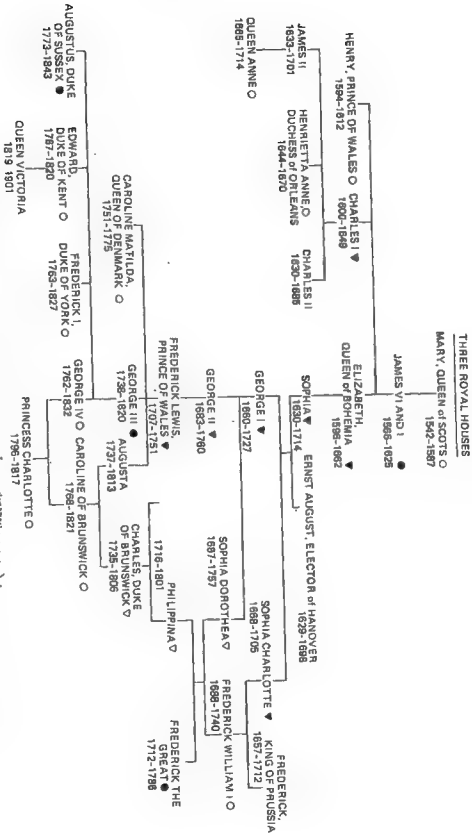
نحن نتفق مع كالموس Kalmus (انظر مآكته سنة ١٩٦٧ والمراجع الواردة به) على أن موضوع الإدراك الحسى وما يترتب على الاختلافات الوراثية من اختلاف في السلوك

موضوع واسع للدرجة أنه لا يمكننا سوى أن نورد مراجع مناسبة ، وأن نحجى حصراً فقط للمواضيع التي يتضمنها ، وستتول هذا الموضوع باختصار خلال كلامنا في القسم الخامس من الباب الحادى عشر ، ونحيل القارئ إلى التلخيص الجيد الذى أورده ماك كوزيك McKusick فى سنة ١٩٧٨ للأساس الوراثى المعروف للحواس وما يعترتها من قصور ، خاصة القسم الخاص بالصمم الوراثى .

وتمثل القدرة على تذوق مادة الفينايلى ثيوكارباميد (PTC) المثال المعروف أكثر من غيره لتعدد المظاهر فى الإنسان بالنسبة للقدرة على التذوق ، حيث يكون هناك ثلاثة تركيب وراثية شاملة (TT, Tt, tt) وشكلين ظاهريين لتذوق الـ PTC هما : T- للتذوق ، tt tester لغير التذوق . ويحتمل أن تشمل الاختلافات فى التذوق والتي تتدخل فى اختيار الفرد للأطعمة على قدرة قليلة أو معدومة على تمييز مادة الفينايلى ثيوكارباميد وعلى سبيل المثال فإن الأشخاص عديمى التذوق يكونون - كما يقال - أقل تمييزاً ، وفى النهاية ، يعتمد تذوق الـ PTC على معرفة الـ N - ك ، وقد بحث سنایدر Snyder ودافيدسون Davidson فى سنة ١٩٣٧ وباروز Barrows فى سنة ١٩٤٥ اختلافات وراثية أخرى تتضمن على التوالى النقص فى تذوق مادى الدايفينايلى جونيندين : diphenylguanidine والبروسين brucine .

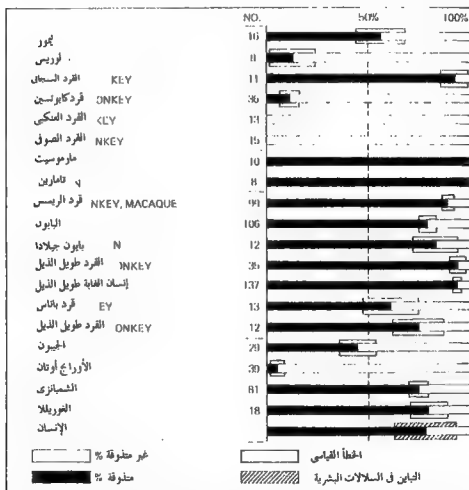
وقد علق كفاللى سفورزا Cavalli-Sforza وبودمر Boadmer فى سنة ١٩٧١ على الصعوبات التي تعترض من يريد إجراء تجارب للتحقق من وجود حدود للتذوق فى الحيوانات الأدنى من الإنسان ، ويبدو أن فورد Ford وهاكسلى Huxley فى سنة ١٩٣٩ قد هدفا إلى إجراء تجارب للتأكد من وجود حدود للتذوق بالنسبة للحيوانات الرئيسية Primates الموجودة بحديقة الحيوان بلندن حيث بصقت إحدى حيوانات الشمبانزى فى وجه فيشر fisher عندما تجرعت قليلاً من مادة الفينايلى ثيوكارباميد التي تكون مرة بالنسبة لمن لديهم القدرة على تذوقها ، ولكنها تكون متعادلة الطعم لمن لا يتذوقونها . وعلى ذلك فإنه يبدو أن تعدد المظاهر بالنسبة لهذا النوع المعين من التذوق لا يكون قاصراً على الإنسان ، وإنما يوجد فى الرئيسيات الأخرى (انظر شكل ١١ - ٢ وكذلك قسم ٩ - ٧ لمعرفة الاختلافات فى اختبارات التذوق فى الفيران) .

ويكون التركيب الوراثى لحوالى ٢٥٪ أو أقل من البشر ، والمظهر الخارجى لهم أنهم غير متذوقين ، ولا يعنى هذا أن الأليل يكون متنحياً تماماً ، ولكن حالة عدم التذوق تكون دائماً تقريباً متنحية ، ولكن الدراسات الحديثة تركز على اختبار الاستجابة لتخفيفات متدرجة من الـ PTC ، بينما نلاحظ أن الدراسات الأقدم قد استعملت تركيزاً



الآن، إذ اختل قلبه للبر ليس عني عني، وكتبه James & Andrew (1869) .
 الذين عرف أن بايرون لهم عداوى . توضح حقائق الأفراد الذين أيدوا بعض مظاهر المرض المزمن . أما :
 البيوت الملكية الملكية بالبروكس . توضح حقائق الأفراد الذين أيدوا بعض مظاهر المرض المزمن . أما :
 الذين عرف أن بايرون لهم عداوى . توضح حقائق الأفراد الذين أيدوا بعض مظاهر المرض المزمن . أما :
 البيوت الملكية الملكية بالبروكس . توضح حقائق الأفراد الذين أيدوا بعض مظاهر المرض المزمن . أما :

وحيداً كان يعطى غالباً في صورة بللورات أو في صورة أوراق مشبعة بالمحلول ، وقد سجل رايف Rife في سنة ١٩٣٨ - وباستعمال هذه الاختبارات القديمة - شذوذاً يقدر بحوالى ٤٪ في القدرة على تنوق الـ PTC وذلك باستخدام توائم متطابقة (وحيدة الزيجوت) ، وعلى ذلك فلنا أن نتساءل عما عسى أن يوجد من صفات تتلازم مع عدم المقدرة على تنوق هذه المادة ، وفي الواقع فإن مرض التهاب الغدة الدرقية المصحوب بدرنات ناشئة عن الورم الغدى : Adenomatous nodular goiter تحدث بعدد أكثر في الأشخاص الذين لا يتحون تعاطي المشروبات الكحولية . وتحدث الطرز الأخرى من التهاب الغدة الدرقية (جواير) [مثلاً طراز الجواير التسمي الارتشامي : toxic diffuse goiter] بنسبة أكبر بين الأفراد النواقين ، وقد علق ريموين وشيمكي Rimoin



شكل ١١ - ٢ : تنوق PTC في الرئيسات . النسبة المتوقعة للأفراد القادرة والغير قادرة على التنوق في مختلف أجناس الرئيسات . لاحظ عدم وجود أفراد متوقفة في القرد العكسي والقرد الصوق (عن شياريلي

and Schmke في سنة ١٩٧١ على النتائج التي أوردتها شيبارد Shepard في سنة ١٩٦١ مسجلاً أيضاً زيادة وجود غير النواقين لمادة ال-PTC في الأسر التي بها طراز من إعاقه عملية التوارث الناتج بفعل الغدة الدرقية ويؤدي إلى مرض التشوه الجدى وقصر القامة والبلهه والمعروف بالقماءة *critinism* وكذلك حالات أخرى من حالات الغدة الدرقية ، ولكن لم يستدل على وجود علاقة عن طريق ملاحظة التنوع في هذه الحالات .

وفي سنة ١٩٦١ اختبر فيشر وآخرون Fischer et al وكذلك في سنة ١٩٦٠ اختبر فيشر وجريفين Griffin العلاقة بين حدود التنوع والعزوف عن بعض الأطعمة ، حيث تناولوا بالدراسة ١١٨ طعاماً مختلفاً ، أو ما قد يطلق عليه من الناحية الشكليه اصطلاح المظاهر الوراثية للتنوع *the geneticspects of gustation* وقد تمكنوا من إدراك احتمال وجود ثلاثة مواقع للتنوع : أحدها خاص بالمركبات الشبيهة بالكينين *quinine-like* بما فيها القدرة على تنوع السكروز وملح الطعام (كلوريد الصوديوم) ، والثاني خاص بتنوع مركب ٦ - ن - بروبايل ثيويوداسيل *6-n-propylthiouracil* وأشباهه من المركبات ، والثالث خاص بتنوع حمض الأليدروكلوريك ومواد أخرى ، ويقتدر الانخفاض في حدود تنوع المواد المرة (بما فيها الكينين ومادة ال-٦ ن بروبايل ثيوراسيل) كان الارتفاع في درجة العزوف عن الأطعمة ، وربما تمثل مثل هذه الاختلافات الوراثية بالنسبة لدقة التنوع « حالة عامة » من الاستجابة للعقاقير ، ونحن نتفق مع ما أوردته سبوهلر Spuhler وليندزي Lindzey في سنة ١٩٦٧ من أن تكرارات الأليل الخاص بعدم التنوع في مختلف عشائر الإنسان تكون من الكبر لا يمكن انخفاضه عليها بالطريقة التقليدية المبنية على انتخاب الطفرات وفقاً لمبدأ توازن القوى بين الضغفور والانتخاب : *mutation-selection balance of forces* وعموماً فإن التنوع الشعوري يمثل حالة من تعدد الأشكال (المظاهر) *polymorphism* الحقيقي والمتزن على الرغم من أن تعقيداته مازالت غامضة ولنا أن نتساءل الآن : لماذا ؟

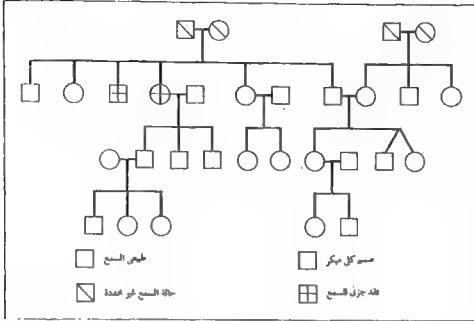
وتظهر الأسر اختلافات كبيرة في حدود تذوقهم للأطعمة ، فهناك تقارير تنفيذ حدوث تفاوت داخل الأسرة بما يعادل خمسة أضعاف إلى حدوثه بشكل متطابق في التوائم المتطابقة ، وقد أورد هيرش *hirsch* في سنة ١٩٦٧ (المرجع b) مراجعة لهذا بجانب بيانات عن الأسر تتضمن - على سبيل المثال - التفاوت في حدة السمع وتمييز الأصوات ، وقد تناول إيرمان *Ehrman* في سنة ١٩٧٢ التزاوج المتلائم حسب المظهر الخارجى على أسس التنوع الحسى ، خاصة فيما يتعلق بمقاييس السمع ، وفيما يتعلق

بالعاهات الحسية (مثل الصمم) ربما يكون لمثل هذا التزاوج المظهرى الموجب assortative mating أعمق الأثر المتوارث (انظر سجل النسب في شكل ١١ - ٣) .

وقد قدم فاندنبرج Vandenberg في السنتين ١٩٦٧ و ١٩٧٢ مقترحات لإجراء بحوث ، وعلق بقوله أنه من الوجهة العملية لا يكون هناك أى معلومات عن وراثية حاسة الشم أو حاسة إدراك المكان Kinesthetic perception وهذه الأخيرة تتميز بأنها صفة تغيراتها من النوع المستمر Continuous trait وسيجرى تعريفها في الباب الثانى عشر . وتصلح الفصول التى أوردها فاندنبرج وتلك التى ذكرها هيرش Hirsch في سنة ١٩٦٧ (مرجع b) وماذكره سبوهلر Spuhler وليندى Lindzy في سنة ١٩٦٧ لعمل حصر للنقط التى تنتظر البحث ، ورغم أن ما تم انجازه بهذا الخصوص يشكل معلومات تستهوى الباحث ، إلا أننا نلاحظ تركيز الجهود على تنوع مادة الفينايلى ثيوكارباميد PTC ، وربما يرجع ذلك للبساطة الظاهرية التى تتسم بها وراثتها . ورغم كل شيء فإن الجنس البشرى يصف البيئات عن طريق حواسه قبل أن يستجيب سلوكيا ، وكما ذكر جينسبيرج Ginsburg في سنة ١٩٦٧ تعتبر الأسس الوراثية للإشارات هامة من ثلاث نواحي : (١) باعتبارها قرينة clue للتاريخ التطورى للأنواع (٢) كقوة دافعة لمزيد من التطور خاصة إذا ما تغيرت ظروف الحياة (٣) كوسيلة لفهم الاختلافات الفردية وللتعامل المؤثر معها في موقف معين .

١١ - ٦ اللون والمراثيات الأخرى

عرف القصور في رؤية الألوان من النوع المعروف بعمى الألوان بالنسبة للونين الأحمر والأخضر في فترة مبكرة ترجع إلى القرن الثامن عشر (انظر ماكتبه كالوس Kalmus في سنة ١٩٦٥ وكورن سويت Cornsweet في سنة ١٩٧١ عن الرؤية الطبيعية والمعينة للألوان من الوجهة الوظيفية (الفسيولوجية) ، ويستطيع الناس العاديون أن يضاهوا الألوان عن طريق مزج ألوان من ثلاث مناطق من مناطق الطيف : الأحمر والأخضر والأزرق ، ومن ثم فإننا نستطيع أن نشير إلى الأفراد الطبيعيين بأنهم ثلاثيو الألوان trichromats بينما يكون الأشخاص الذين يعانون من أخطر طرز عمى الألوان (الأحمر - الأخضر) قادرين على تمييز اللون فقط عندما يشمل ظلين two hues من اللون ، ويعرف هؤلاء الأشخاص بنوى اللونين dichromates ويعرف منهم طرازان : طراز الأشخاص العميان بالنسبة للون الأحمر ، ويطلق عليهم protanopes وطراز الأشخاص العميان بالنسبة للون الأخضر ، ويطلق عليهم deuteranopes . وهناك



شكل ١١ ٣ - تزاوج متناسق مظهرى بالنسبة للصمم كما يتضح في عينة من سجلات النسب البشرية
(عن ايرمان ١٩٧٢ ونالك ١٩٦٣) .

طرازان مناظران من عيوب النظر الثلاثية الألوان *trichromatic* يوجدان في الأشخاص عاديين النظر أحدهما يعاني فيه المصاب من عمى جزئى اللون الأحمر ويقال إن به عيباً أولياً في تمييز الألوان (*protanomaly*) بينما الآخر يجعل الأفراد لا يميزون اللون الأخضر جزئياً ويوصفون بأن بهم عيباً ثانوياً في تمييز الألوان : *deuteranomaly* :

ومن الناحية الوراثية تكون هذه العيوب محكومة بأليلات متنحية مرتبطة بالجنس تشغل موقعين بينهما ارتباط شديد ويختص أحدهما بالأليلات العمى بالنسبة للون الأحمر بينما يختص الآخر بالأليلات العمى بالنسبة للون الأخضر ، وحيث أن هذه الأليلات تكون مرتبطة بالجنس لذا يكون تكرار ظهور العيب أكثر ارتفاعاً في الذكور عنه في الإناث . (الباب الثانى الفقرة الثالثة) ، وتبلغ نسبة الحالات التى يحدث فيها عمى الألوان في الذكور ٨٪ (٠,٠٨) بينما في الإناث تبلغ النسبة المتوقعة حدوثه بها (٠,٠٠٨) أى ٠,٠٠٠٦٤ أو ٠,٦٤٪ ، وبالإضافة إلى الحالات السابقة ، فإنه يوجد عيب نادر يتبع طرز عيوب الأبصار بالنسبة للونين *dichromatic* ويطلق عليه : *tritanopia* أو (*tritanomaly*) وفيه يتأثر تمييز اللون في منطقة الأزرق والأخضر . ويبدو أن هذه الصفة تكون من النوع اضمحل على الكروموسومات الجسمية ، وتسود سيادة غير تامة أو تنحى .

جدول ١١ - ٢ : نسبة الذكور الذين يهيم عيوب في رؤية الألوان في مجموعة من العائلات المختلفة

النسبة المئوية	المشيرة	النسبة المئوية	المشيرة
3.4	في أفريقيا	6.8-9.5	في أوروبا
1.9	بنشوانا	7.5-7.7	الإنجليز
2.7	برجاندان	6.6-9.0	الاسكتلنديون
2.5	بالونو	7.5-8.6	الفرنسيون
1.7	بالونشي	6.6-7.8	الدايميكين
	الكويافا لير	8.0-9.0	الألمانيون
7.2-8.4	أمريكا الجنوبية	8.0-10.1	السويديون
2.8-3.9	الأمريكيون البيض	10.5	الترينيداديون
1.1-5.2	الأمريكيون الأصفر	6.7-9.6	الأمريكيون المكسيكيون
2.5-6.8	الأمريكيون	7.6	الروس
11.2	الكنديون البيض	5.7	اليهود (الروس)
4.7-7.7	للكنديون (الصينيين)	5.1	الكنديون (ليندبيرغ)
0-2.3	(bal) المكسيكيون		الأتراك (اسطنبول)
	أمريكا الجنوبية		في آسيا :
0-7.0	الفرانك	5.0-7.2	البنغال
6.9-7.5	الوالابولون (الصين)	5.0-6.9	الصينيون
8.8	الوالابولون (الفلبين)	3.5-7.4	اليابانيون
12.9	الوالابولون (الفلبين)	0-10.0	الفلبينيون (الفلبين)
	أستراليا	0-9.0	(لا الهرة) (الفلبين)
7.3	البين	2.1-6.2	إسرائيل
2.0	المسكنين الأصفر	10.0	الهنود (إسرائيل)
3.2	خليط	4.3	الفلبينيون
		0-0.8	سكان جزر فيجي
		7.5	البولنديون (سكان بولندا)

* تراوح النسب المئوية بين معدلين في كثير من الحالات يمثل نتائج العينات المختلفة .

ويختلف تكرار صفة حمى الألوان في الذكور من عشيرة لأخرى ، وربما يصل إلى أكثر من ١٠٪ (جدول ١١ - ٢) ، وهذه النسبة تكون من الكبير بحيث أنه لا يمكن لها أن تستمر فقط عن طريق الطفرور ، وإنما يحتمل وجود حالة من تعدد المظهر الوراثي **polymorphism** رغم أن فهمنا للعوامل الانتخائية المؤثرة على ذلك مازال قليلاً . وبالتالي فإن هذه العوامل تتناول التفاعل بين الوراثة أولاً وبين الثقافة بصفاتها قوة انتقائية ثانياً . ويشيع عمى الألوان أكثر في المجتمعات التي مارست الصيد والقنص منذ زمن طويل ، ويبدو أن معدل حدوثها يتزايد في المجتمعات الصناعية ، مما يحتمل معه أن يكون فعالية الانتخاب لصفة الرؤية الطبيعية قد هدأت ، فمثلاً يلاحظ في الفئات المذكورة تحت أستراليا في جدول ١١ - ٢ ، فهل من الممكن - كما يقترح نيل Neel وبوست Post في سنة ١٩٦٣ أن يكون هناك انتخاب انتقالي انتقالي **transitory positive selection** بالنسبة لعمى الألوان ؟ كذلك يشاع أن الصيادين (وكذلك الجنود) الذين يعانون من عمى الألوان تكون لديهم حاسة قوية بالنسبة لتحديد الشكل وإدراك

الخلود : **form and awareness of edges** بحيث يبدون كما لو، كانوا يرون من خلال الخلد : "See through".

وقد اقترح جاد **Judd** في سنة ١٩٤٣ أن المراقبين ممن يتمتعون برؤية طبيعية للألوان يكونون مزودين بمرشحات تزودهم وقت الحاجة بقلدرات زائدة تشبه تلك التي تتوافر لمن عندهم عمى ألوان بحيث تجعلهم يميزون العناصر التي على أو داخل سطح الأرض ، فبناء على ذلك ، هل يكون من الأفضل أن يكون ضمن فرق الصيد الكشفية عدد قليل من الأفراد يكون عندهم عمى ألوان (انظر ماكتبه بوليتزر **Pollitzer** في سنة ١٩٧٢ .

وقد أجرى كولي **Cole** في سنة ١٩٧٠ دراسة على كفاءة السائقين الذين عندهم عمى ألوان ، ووجد أن تكرار ما يرتكبونه من حوادث المرور يختلف اختلافاً غير معنوى عن هؤلاء الذين يتمتعون بإبصار عادى (انظر جرامبيرج - دانيلسون **Gramberg-Danielson** في سنة ١٩٦٢) ، ويرجع هذا - في جزء منه - إلى استخدام الأكثر وضوحاً للإشارات الزرقاء - الخضراء .

ويرى كولي **Cole** فيما كتبه سنة ١٩٧٢ أن الوظائف الصناعية التي تتطلب استخدام الشفرة اللونية تستلزم إلمام القائم بها بأربع مستويات من الحكم على الألوان : مستوى مقارنة الألوان ، ومستوى الإلمام بدلالة أو مفهوم الألوان (إيجاد ربط بين اللون وشئ معروف جيداً مثل ربط اللون الأخضر بأوراق الشجر) ، وإلمام بما تشير إليه الألوان (إطلاق التسمية الصحيحة للون بسيط) ، وأخيراً الحكم الجمالى أو الفنى .

وقد أشار دانلوب **Dunlop** في سنة ١٩٤٣ إلى أن رؤية اللون تتأثر بعدم انضباط الحالة العقلية (الذهنية) ، كما أنها قد تتأثر حتى بعدم الانضباط الراجع للتغذية لدرجة أنه ربما تنشأ مظاهر نسخية **phenocopies** شبيهة بالحالات الوراثية لعمى الألوان ، ومعروف أن المظاهر النسخية تكون في صورة تحورات مظهرية تنشأ عن البيئة ، ونحاكي التحورات الوراثية (انظر قسم ٢ - ٥) . وقد درس تايلور **Taylor** في سنة ١٩٧١ تأثير النقص في رؤية الألوان على العمال ، ووجد - لدهشته - أنه من بين ٦١٣ شاباً مراهقاً كانوا يعانون من عيب في رؤية الألوان كان هناك ٢٢٤ فقط طلبوا أعمالاً مناسبة (أى لا تتطلب استخدام الألوان) ، وقد تساءل تايلور حينئذ عملاً إذا كان هناك شئ ما يدفع من يعانون من نقص في رؤية الألوان إلى أن ينجذبوا ناحية الأعمال الغير مناسبة لهم من هذه الناحية . كذلك درس بيكفورد **Pickford** في سنة ١٩٧٢ حالات طلبة الفنون الجميلة الذين يعانون من عيوب في رؤية الألوان وتلخص

دراسته فيما يلي :

« تكون تأثيرات المزاج والشخصية هامة ، ويمكن تلخيصها فيما يلي : إذا كان أحد الطلبة جريئا وجاهلا بعاهته أو غير شاعر بوجودها فإنه يمكنه أن يستخدم الألوان بطريقة فعالة striking وبشكل يبدو عاديا ، وقد يبدى اقتراحا للبدء في ابتكار طريقة جديدة لتلوين رسومه ، أما إذا كان حساسا تجاه عاهته فإنه ربما يندمج في محاولات للتعلم يصاحبها شعور بالخجل والرغبة في تعويض هذا النقص وتلافي آثاره ، وربما يؤدي ذلك إلى حدوث قلق شديد على عمله وامتحاناته ، خاصة إذا ما شعر بأن عاهته سوف لا تكون مفهومة بشكل يجعل هناك عائدا منها .. ويترتب على هذا أن يكون هناك ضرورة لتعاون مدارس الفن مع أقسام علم النفس ، وذلك إذا مارزى الوصول إلى نتيجة مرضية في الموضوع من جميع جوانبه » .

وينبغي أن يكون القارئ ملما أيضا بنظام الخلل الوراثي الذي يؤدي إلى أن يصبح الفرد أشبه أو (البينو) نتيجة لفقد اللون . وهي حالة تكون مصحوبة برؤية غير عادية غالبا ما يلازمها حدوث حوّل . وقد وصفت حالات مشابهة من الشذوذ في أمثلة « القمر الأبيض » والقطط السامية (قسم ١٠ - ١٦) وكذلك في حالات حيوان الخس (شبيهة بابن عرس) وحيوان الفأر الصيني (شبيهة بالفأر) وحيوان المنك (حيوان ثديي لاحم) وحيوانات ثديية أخرى كثيرة (انظر مكتبته جيليري Guillery وكاس Kass في سنة ١٩٧٣ وما صاحبها من مراجع) .

١١ - ٧ بعض الطفرات في الجنس البشري

بالاستفادة من المجهودات الشاملة الجامعة التي أوردها ماك كيوسيك McKusick في سنة ١٩٧٨ نجد أن جدول ١١ - ٣ يعطي سجلا لعدد قليل من الطفرات بالمعنى الواسع ، والتي سجل وجودها في أشخاص على أنه تغير في السلوك ، وعادة لا تمثل هذه التغيرات التأثيرات الأولية للجينات الطافرة ، أما لدارسي السلوك فإنها تكون غاية في الأهمية .

وسوف نتمسك بطريقة التقسيم التي أوردها ماك كيوسيك McKusick في سنة ١٩٧٨ ، ولكننا سنحذف منها ما ذكر عن التصميم الوراثي (ونحيل قارئنا إلى الصفحات من ٢٠ إلى ٢٥ فيما كتبه ماك كيوسيك في سنة ١٩٧٨ وكذلك إلى قسم ١١ - ٥ ، ويمكن للقارئ أن يطلع أيضا على مكتبته جيبي Jn في سنة ١٩٧٤ عن وراثة الرؤية بعد تصحيحها وفقا لدليل ماك كيوسيك) ، وقد تخبرنا - بصورة تقريبية - عشرة

أمثلة في كل مجموعة وراثية - لنحصل على عينة من الاختلافات الناتجة عن الطفرور ، وهي تعرض الاختلافات المتباينة في المادة الطافرة التي تؤثر على الإحساس الشعوري بيئتنا .

١١ - ٨ الصَّرع :

رغم أن الصرع يمثل واحدا من أقدم المشاكل الطبية التي سحلت إلا أنه لم يفهم حتى الآن بصورة كافية ، وفي الواقع فإن الصرع ليس حالة واحدة ولكن عدة حالات ، ولكن من الممكن أن ينتج عن عدة أسباب مختلفة ، علاوة على ذلك فإنه يمثل عرضا لخلل عقلي وليس مرضا بالمعنى الدقيق .

وحوالى ١٠٪ من أفراد العشيرة الكبيرة يكون من بينهم فرد أو أكثر تنابه نوبات الصرع أحيانا وذلك طوال حياته . وربما يكون هذا نتيجة لظروف معينة مثل إصابة المخ بأمراض المعدية أو حدوث إصابة بالرأس ، أو الإصابة بأمراض الأوعية المخية ، أو حدوث حالات تسمم ، أو التعرض لحصى ترفع من درجة الحرارة كثيرا ، أو الاقلاع عن تعاطي الكحوليات أو العقاقير . كما أن عدم اتزان سوائل الجسم والمواد الناتجة عن التمثيل الغذائي قد تكون سببا له أيضا ، وذلك على الرغم من أنه في كثير من الأشخاص لا يبدو أن أى من هذه الأسباب يعمل بشكل واضح كسبب لنوبات المرض .

ولنوبات الصرع مظاهر عديدة ، ولكن يمكن تقسيمها إلى مجموعتين رئيسيتين ، وتؤثر النوبات العامة للصرع على كل أجزاء الجسم ، وتشمل أعراض النوبات الصرعية العامة في حدوث ارتعاشات قوية : tonic-clonic يطلق عليها أيضا الضرس العظيم grand mal وتستمر عادة لفترة تتراوح بين ٢ إلى ٥ دقائق يحدث خلالها فقد للشعور ، وتصلب في الجسم مع تناوب حدوث توتر وانسلاط في العضلات ، وفي الأشخاص الذين يعانون من نوبات عامة من الصرع من النوع المعروف بدى الضرس القليل petit mal والذي يستمر فقط لمدة من ١٠ إلى ٣٠ ثانية ، ربما يحدث « رف » سريع في العينين ، أو تحديق في الفضاء يختلط أمره مع أحلام اليقظة ، وتعتبر نوبات الصرع الجزئى مؤشر يدل على سوء قيام الجزء البؤرى من المخ بوظيفته . وتشمل النوبات الصرعية المبدئية والجزئية - وهي ما يطلق عليها النوبات البؤرية focal seizures جزءا فقط من الجسم ، بينما يطلق على النوبات الجزئية المعقدة نوبات الفص الدماغى temporal lobe أو النوبات الحركية النفسية psychomotor ، وينتج العرض الأخير أساسا عند حدوث اضطراب في التفكير والسلوك .

ويستعمل اصطلاح « صرع » epilepsy عندما يتكرر حدوث النوبات دون أن يرتبط ذلك بخوادث بيئية معينة ، وتبلغ الاحتمالات المتجمعة لنشوء النوبات المتكررة دوريا («الصرع») حوالي ١٪ في سن العشرين ، ويرتفع إلى ٢٪ في سن الأربعين ، وتبلغ هناك ٣,٥٪ في باقي سنين العمر حتى نهاية الحياة . ومن هذا العدد من حالات الصرع يكون هناك ٣٠٪ فقط يمكن ارجاعها إلى أسباب معقولة محددة ، بينما باقي الحالات توصف بأنها تشأ بتفويها عن سبب غامض أو مجهول ويطلق عليها idiopathic حيث يولد الفرد ولديه ميل طبيعي (خلقي) ناحية سوء انتظام أنشطة المح الرئية :

inborn tendency of dysrhythmic cerebral activity مصحوبا بغياب أى شذوذ تركيبي يمكن الاستدلال عليه . والسوء الحظ فإن الحالات التي توضع تحت نوع الصرع الناشئ عفويا (أو لأسباب مجهولة) لا تكون متجانسة ، مما يصعب من بحثها وراثيا .

ويرتفع نسبة حدوث الصرع epilepsy نوعا في حالة زواج الأقارب siblings أو الأفراد الحاملين لعامل الصرع في العائلة ، ويتراوح هذا الخطر بين ٦٪ و ٨٪ (بالمقارنة بالنسبة ٢٪ إلى ٣٪ التي توجد في العشيرة العامة) كما يتضح من شكل ١١ - ٤ ، وفي

جدول ١١ ٣ : بعض الطفرات التي تؤثر على السلوك في الإنسان مع وصف مختصر لأهم تأثيراتها .

صفات جسمية سائدة

- | | |
|-------|---|
| 10430 | Alzheimer disease of brain
Presenile dementia, sometimes with parkinsonism, like Pick's disease (lobar atrophy) |
| 10850 | Ataxia, periodic vestibulocerebellar
Vertigo, diplopia (double vision) and slowly progressive cerebellar ataxia in some |
| 11340 | Brachydactyl-nystagmus-cerebellar ataxia
Nystagmus, mental deficiency, and strabismus |
| 11530 | Carolinemia, familial
Nightblindness |
| 12620 | Disseminated sclerosis (multiple sclerosis)
Neurological disorder, narcolepsy |
| 12640 | Double athetosis (status marmoratus or Little's disease with involuntary movements)
Infantile cerebral palsies |
| 12770 | Dyslexia, specific (congenital word blindness)
Speech defects associated in many instances |
| 12820 | Dystonia, familial paroxysmal
Paroxysmal dystonia, unilateral dystonic postures without clonic movements or change in consciousness |
| 13040 | Electroencephalographic peculiarity
Occipital slow beta waves (16 to 19 per second) replace alpha waves |
| 13630 | Flynn-Aird syndrome
Neuroectodermal syndrome with visual abnormalities including cataracts, atypical retinitis pigmentosa, and myopia; bilateral nerve deafness, peripheral neuritis, epilepsy, and dementia |

تابع جداول ١١ - ٣

صفات جسدية متحجة

- 20130 Acro-osteolysis, neurogenic
Abnormality of peripheral sensory nerves, perhaps insensitivity to pain
- 20420 Amaurotic family idiocy, juvenile type (Batten's disease in England. Vogt-Spielmeyer's disease on European Continent)
Rapid deterioration of vision and slower but progressive deterioration of intellect
Seizures and psychotic behavior
- 20700 Anosmia for isobutyric acid
Inability to smell isobutyric acid (sweaty odor)
- 20790 Argininosuccinicaciduria
Mental and physical retardation, convulsions, and episodic unconsciousness
- 20910 Atonic-astatic syndrome of Foerster
Muscular hypotonia, static ataxia, monotonous speech
- 21450 Chediak-Higashi syndrome
Photophobia and nystagmus
- 21870 Cretinism, athyreotic
Endocrine disorder (thyroid malfunction with profound mental and physical consequences)
- 21890 Crome's syndrome
Congenital cataracts, epileptic fits, mental retardation, and small stature
- 22180 Dermo-chondro-corneal dystrophy of Francois
Skeletal deformity of hands and feet, corneal dystrophy, abnormal electroencephalograms with seizures
- 23070 Gangliosidosis GM (2), type III or juvenile type
Ataxia between ages of 2 and 6 years followed by deterioration to decerebrate rigidity, sometimes blindness occurs later

صفات مرتبطة بالجنس

- 30050 Albinism, ocular
Fundus is depigmented and choroidal vessels stand out strikingly, nystagmus, head nodding, and impaired vision
- 30160 Angiomas, diffuse corticomeningeal, of Divry and Van Bogaert
Demyelination
- 30170 Anosmia
Inability to smell
- 30370 Color blindness, blue-mono-cone-mono-chromatic type
- 30540 Faciogenital dysplasia
Hypermobility in cervical spine with anomaly of the odontoid resulting in neurological deficits, ocular hypertelorism
- 30700 Hydrocephalus due to congenital stenosis of aqueduct of Sylvius
Mental deficiency and spastic paraplegia
- 30990 Mucopolysaccharidosis type II (Hunter's syndrome)
Mental retardation and deafness
- 31170 Periodic paralysis, familial
- 31300 Spatial visualization, aptitude for
- 31330 Spinal ataxia
Incoordination of limb movements

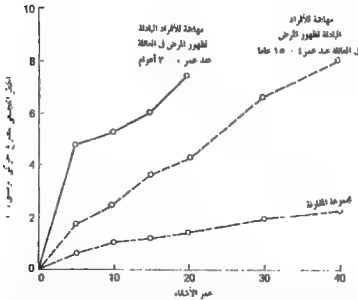
* للتذكرة: هي الصفات الجسمية المحمولة على أي من الأكرموسومات على كروموسوم الجنس، والصفات المرتبطة بالجنس المحمولة على كروموسوم الجنس.

حالات خاصة ، (مثلاً عندما يكون الشخص المصاب الموجود بالعائلة قد بدأ التزاوج في سن صغيرة ، أو عندما يكون أحد الأبوين مصاباً أيضاً) يَحتمل أن يرتفع معدل ظهوره في الأقارب .

وتتشكل النوبات المرضية للصرع ومشاكل وتحددات هامة تنتظر من يقوم بتحليلها وراثياً ، ويكتنف هذه المشاكل عدداً من الصعوبات تشترك فيها مع المشاكل الطبية الشائعة الأخرى ، بينما يكون هناك صعوبات قاصرة فقط على حالات الصرع :

. epilepsies

وهناك أكثر من ١٠٠ من الصفات المندلية (التي يحكمها عامل واحد) يكون لها علاقة بتزايد نسبة حدوث نوبات الصرع . وتشمل هذه حدوث اضطرابات في تمثيل الأحماض الأمينية ، وأمراض التخزين التي يدخل حدوث تغيرات في تزويد المخ بالدم عن طريق الأوعية الدموية ، بجانب وجود أورام في أنسجة المخ ، وبدى أن وظائف المخ الطبيعية يمكن أن تتحرف بفعل حدوث تغيرات تعترى تشرخه وكيمياء الحيوية . وإذا ما كان هناك تكونات مرضية خلقية لها علاقة بذلك ، فإنه ربما يدخل في الاعتبار ما عسى أن يوجد من شذوذ كروموسومي ، معظم التغيرات الكروموسومية الممكن تمييزها (بما فيها الإضافة والنقص) يكون لها بعض التأثيرات على الجهاز العصبي بما في ذلك الية التزايدة لحدوث نوبات الصرع .



شكل ١١ ٤ : الخط التجمعي للصرع الحركي الرئيسي في أشقاء الأفراد الذين ظهر لهم المرض لأول مرة بالعائلة مع الصرع الحركي الرئيسي في مختلف الأعمار في هذه الأفراد (عن اندرسون Anderson ١٩٧٧ ، ومصدره ايسنر وآخرون Eisner et al ١٩٥٩) .

وفي الوقت الحاضر يوجه جزء كبير من الأبحاث نحو تمييز علم التجانس في عدد كبير من الحالات الباقية من حالات الصرع *epilepsy* ، وربما تكون الحالات التي تنشأ من تحليل التشابه الموجود داخل مجموعات من الأقارب المصابين ذات أهمية في هذه الأبحاث (انظر ما ذكره أندرسون *Anderson* في سنة ١٩٧٧ مع ما أورده من مراجع) .

ومن الحقيقي أن أى شخص ممكن أن يظهر عليه الصرع كنتيجة للإصابة الشديدة جداً في الرأس ، ولكن بالطبع يكون هناك فروقات فردية في تحمل نوبات الصرع ، وربما يكون هناك اختلافات وراثية بين الأفراد الذين تتقدم عندهم نوبات الصرع وتكون مصاحبة لإصابات الرأس (للصدمات التي تصيب الرأس) أو للامتناع عن تناول المشروبات الروحية أو للإصابة بأمراض الحمى عن هؤلاء الذين لا يتقدم عندهم الصرع نتيجة لهذه الظروف .

وهناك بعض الأدلة التي تؤيد هذه الفكرة والتي استقيت من الدراسات التي أجريت على نوبات الصرع الناشئة عن الإصابة بالحميات والتي تكون مصحوبة بما يحدث من ارتفاع في درجات الحرارة في الأطفال . ففي ثلاث دراسات أجريت على الأفراد الحاملين للصرع في العائلة ، والذي ظهرت عليهم نوبات الصرع الناشئة عن الحمى تراوحت نسبة حدوث هذه النوبات في حالة زواج الأقارب - بين ٨٪ إلى ١١٪ وذلك بالمقارنة بنسبة ١ إلى ٢٪ المو-ودة بالعينات الضابطة ، ويرتفع احتمال حدوث الصرع *epilepsy* بعد الإصابة بنوبات الحمى أيضاً في الحالات التي يوجد في تاريخ الأسرة أفراد أصيبوا بالنوبات .

وبعض الأفراد تظهر عليهم النوبات استجابة لتعرضهم لومضات من الضوء المتقطع من لون معين ، كما يتناسب ذلك مع معدل تكرار الوميض ، ويمكن لمؤثرات أخرى أن تستحدث تغيرات في الحساسية للضوء من طراز التغيرات الإيقاعية (الريتمية) في القدرة الكهربائية للمخ (*EEG*) . وفي دراسة للأفراد الذين يعانون من حدوث النوبات بجانب حساسيتهم للضوء من الطراز الذي يحدث تغيرات إيقاعية في القدرة الكهربائية للمخ وجد أن ٨٪ من النسل الناتج عن زواج الأقارب كانوا يعانون من النوبات (انظر ماكتبه دوز *Dowse* وآخرون في سنة ١٩٦٦) وقد ارتفع خطر هذه النسبة إلى ٢٠٪ في الأفراد الناتجين عن زواج الأقارب والذين كان لديهم حساسية للضوء من الطراز الذي يؤثر على كهربية المخ .

وهناك عديد من الدراسات الجارية (انظر هاوسر *Hauser* وكيرلاند *Kurland* في سنة ١٩٧٥) ، وفيها يختبر احتمال أن تكون فرصة حدوث النوبات التي تتبع إصابات

الدماغ بجروح أو صدمات أكبر في الأشخاص الذين في تاريخ أسرهم حالات نئابها نوبات عنها في، الأسر التي لم يصب أى من الأقارب بهذا المرض .

ويبدو أن طرزا معينة من حالات الصرع التي تتأثر بها كهربية المخ تتزايد في تكرارها إلى أن تصل إلى قمة المنحني في مرحلتى الطفولة والمراهقة (يعتمد ذلك على طراز **the type of pattern**) ثم يتناقص بعد ذلك . فمثلا في دراسة الأفراد المصابين بالصرع من العائلة والذين يُعطى رسم المخ لهم موجات هرمية **Spike-wave EEG** يكون التكرار الذى يحدث في هذه الموجات الهرمية للأفراد النابتين من تزواج الأقارب والذين يعانون أو لا يعانون من الصرع أعلا في المجموعات التي يتراوح سنها بين خمس ، وخمس عشرة سنة ، وتمثل الموجات الهرمية **spike-wave** حالات انتقال لتغيرات حادة في قطبية الضغط الفولتي مقاسة برسام المخ الكهري ، وعلى ذلك تدل على حالة مرضية (انظر ما كتبه تزيو **Tsuhui** وإنلو **Endo** في سنة ١٩٧٧) وسنناقش أيضا نماذج من الرسم الكهري للمخ في أماكن متفرقة من هذا الباب .

ورغم ذلك فإنه عادة ما تبني مثل هذه الاستنتاجات على إجراء الدراسة في مقادع عرضية ، ولكن الأمر يحتاج أيضا إلى إجراء الدراسة على مقاطع طولية مناسبة حتى يمكن الحصول على تحليلات يمكن الاعتماد عليها للتغيرات الفعلية التي تحدث داخل الأفراد . وينطبق ذلك - كما أشير نوا على حالات الهوس الاكتئابي **manic-depressive** وحالات الفصام (شيزوفرينيا) اللذين سوف نناقشهما في الفقرتين التاليتين . وفي الواقع فإننا قد نفهم الميكانيكيات التي تؤدي إلى تقدم حالات الشنوذ في الرسم الكهري للمخ ، كما قد نفهم عمليات التضج التي قد تقلل منهم فيما بعد .

وفي الماضي كثيرا ما كان يبالغ في الدور الذى تلعبه العوامل الوراثية في الصرع ، كما يتبدى ذلك من القوانين التي سُنّت للحد من زواج الأشخاص الذين يعانون من الصرع . وقد أغفلت هذه القوانين ما يكتنف الحالات الصرعية من عدم تجانس ، وافترضت احتمال وجود مخاطرة في إنجاب الأطفال بشكل أعلا مما تشير إليه الحقائق الموجودة . ولحسن الحظ فقد ألغيت هذه القوانين أو عدّلت (انظر ماكتبه اندرسون **Anderson** في سنة ١٩٧٧ وما صنّفه من مقتطفات بناء على طلب الحكومة الأمريكية .

وبالنسبة للأسئلة الأخرى التي تثار عند الاستشارات الوراثية فإن التقييم الطبى الدقيق والتشخيص يمثلان خطوة أولى لها أهميتها . وفي نسبة قليلة من الحالات فإنه سوف يستدل على وجود صفة مندلية أو شنوذ كروموسومى . وفي مثل هذه المواقف ، يمكن عمل

تقدير للخطورة المتوقعة بالنسبة لما ينتج عن الزواج من أطفال (انظر ماكنيه أندرسون Auderson في سنة ١٩٧٧ وإيسنار Eisner وبولى Pauly ولينجستون Lingston في سنة ١٩٥٩ .

وتتمثل الخطوة الثانية في البحث عن الأحداث البيئية التي يمكن أن تتدخل في المرض أو في أشكال الإصابات الخفية كما يلزم أيضاً الحصول على معلومات عن المظاهر المصاحبة للنوبات وأشكال الرسم الكهربى للمخ ، وبلون وجود النوبات في الأقارب من عدمه (على الأقل بالنسبة للآباء وأبناء العمومة والأطفال الناتجة) .

وبالحصول على هذه البيانات يكون من الممكن عادة الحصول على تقدير للدرجة خطورة حدوث النوبات أو الصرع في الأقارب القريبين ، وتكون النتائج أدق بالنسبة لزواج الأقارب sibling والذي يدخل فيه أفراد حاملون للإصابة بدرجة أكبر مما في أجدادهم ، ولكن النتائج المتحصل عليها من دراسات قليلة حديثة وجيدة تُظهر أن الخطورة في إنجاب أبناء لأفراد من العائلة بهم الإصابة (يسمون probands) تتشابه . (انظر ماكنيه ميتراكوس Metrakos وميتراكوس Metrakos في سنة ١٩٦٩ لاسترجاع ماكتب عن الموضوع وكذلك انظر ماكنيه أندرسون Auderson في سنة ١٩٧٧) .

وفي معظم الحالات التي تشمل فردا تعاوده نوبات الصرع بشكل متكرر ، يكون من المعقول افتراض وجود خطورة لظهور الصرع في الطفل أو النسل الناتج في مدى يقع بين ٦٪ و ٨٪ ، ويصبح هذا التقدير أعلا نوعا إذا ما كان أحد الأقارب المقربين يعاني فعلاً من الصرع .

وبالنسبة للمشورات الوراثية التي تقدم للسيدات اللائي يعانين من الصرع واللائي تَكُنَّ في سن الانجاب فإن هذه المشورات يجب أن تأخذ في الاعتبار ما قد يؤدي إليه تعاطي العقاقير المضادة للتشنج أثناء الحمل من زيادة في فرصة حدوث الضرر لبعض الأجنة النامية .

ومن الوجهة التشريحية تحدث بقع في الجزء من المخ الأمامي الموجود على السطح السفلى للمخ والمسمى بالفص المامولى : hippocampus ، ويكون من الواضح أن هذه البقع قد تتلازم مع حدوث الصرع في الإنسان . وقد أظهرت الدراسات التي أجريت على الفئران وجود تحكم وراثي لأشكال الاتصال في الفص المامولى (وهو جزء مرتفع خاص من المخ) وكذلك لاختلافات أخرى في هذا الفص تكون مصحوبة بالقابلية للإصابة بالتشنجات التي تستحدث عن طريق الصوت . وعلى المستوى الكيمولوى

الحيوى ، فإنه توجد عدة أبحاث عن الموصلات العصبية ومراكز الاستقبال العصبى فى نماذج تجريبية للصرع . كما تقوم دراسات أخرى منفصلة تماماً بالتعامل مع الاختلافات الوراثية فى المستقبلات الموجودة بالأغشية وفى الانزيمات المتحركة فى مستويات التوصيل العصبى . وقد تلعب النماذج الحيوانية دوراً هاماً فى مثل هذه التحولات (انظر قسم ٥٠٩) حيث تناقش فيه التشنجات المستحدثة بالصوت فى الفئران .

١١ ٩ المرض العقلى المعروف بالهوس الاكتئابى (التوعكات المؤثرة أو المركبة

مازال الوصف الذى أورده كرايبلين Kraepelin فى سنة ١٨٩٦ صحيحاً وسارى المفعول Valid ويتلخص فيما يلى :

« يشمل توعك الهوس الاكتئابى من جهة النطاق الذى يعمل فيه ما يسمى التوعك المتقطع والدورى periodic and cirandar ومن جهة أخرى فإنه يقدر ما يكون الهوس manias بسيطاً بقدر ما يعظم الجزء من التشخيص السريرى (الأكلينيكي) الذى يعطى وصف المانخوليا melancholias أو جنون الصمت ، ويشخص هذا المرض فى عدد من الحالات التى يمكن حصرها على أنه نقص عقل amentia . وأخيراً فإننا نستطيع أن نحصى عدداً مائلاً من الحالات المعنية التى يكون المرض فيها معتدلاً أو معتدلاً جداً ، ويحدث فى جزء منه دورياً ، وفى جزء آخر يبقى فى صورة مرضية لها ألوان متشابهة "partly periodic, partly enduring morbid pictures with similar coloring" والى تبدأ فى صورة اضطرابات خطيرة ولكنه بدلاً من ذلك - قد يتخطاها بدون أن يكون هناك حدوداً واضحة إلى مجال نظام الشخصية المعروفة » .

ويمثل حلوث الانقباض (الكآبة) depression بمفرده مرضاً مؤثراً ذو قطب واحد unipolar دون أن تصاحبه حالة الهوس المتميزة بالشعور بنشوة مفرطة inordinate exaltation أوتيه elation وهياج ؛ وفى مقابل ذلك فإن المرض ذو القطبين يتضمن وجود هوس اكتئابى manic depression وكلا النوعين يمثل تطرفات ضارة فى العاطفة ترجع إلى تذبذبات عميقة فى المزاج .

ويحدث المرض العقلى المسمى بالهوس الاكتئابى - بالتعريف الذى أورده لينش Lynch فى سنة ١٩٦٩ وسترن Stern فى سنة ١٩٧٣ فى ٦٠٪ من العشرة الكبيرة أما الانقباض (الكآبة) فقط (وهى الحالة ذات القطب الواحد) - فإنها تحدث بتكرار أدنى يبلغ ١ فى كل ٥ فى العشرة الكبيرة للولايات المتحدة general population ولكن

روريشا Rosenthal يذكر في سنة ١٩٧٠ أن حلوته يكون مختلفا باختلاف العشائر . أما السكان المزدوج القطب (افوس الاكتثنى) فيكون نادرا (١,٦ في كل ألف) وذلك في مجموعة معزولة بشمال السويد تتكون من مئات قليلة من البشر . بينا الفصام (شيزوفرينيا Schizophrenia) والذى سنتلوه فيما بعد في هذا الباب) فإنه يحدث متكرار مرتفع نسبيا ، إذ يبلغ نغريا ٩ في كل ألف نسمة (انظر ماكتبه بيك Book في سنة ١٩٥٣ وفولر Fuller ومعه Thompson في سنة ١٩٧٨ . ويمكن تعريف العشائر المعزولة Isolates بأنها عشائر محدودة يفضل أفرادها أن يتزاوجوا الواحد مع الآخر بحيث يحدث ذلك أكثر مما يكون في حافة أفراد العشائر الغير معزولة ، ويكون العزل بسبب الدين أو السلالة أو أى أسباب محددة أخرى . ويزيد شيوع افوس الاكتثنى في عشيرة معزولة أخرى تسمى الهاتيريتيس Hutterites وتساكن غرب الولايات المتحدة وغرب كندا ، وفيها يكون مرض الفصام (شيزوفرينيا) نادرا (انظر ماكتبه إيتون Eaton ومعه ويل Weil في سنة ١٩٥٥) ، بينا يحدث افوس الاكتثنى بنسبة ٤,٦ في كل ألف فرد من الهاتيريتيس أو ٩,٣ في الأشخاص الذين يبلغ عمرهم ١٥ سنة أو أكثر ، ويحدث الفصام (شيزوفرينيا) بمعدل ١,١ في كل ألف من الهاتيريتيس أو ٢,١ في هؤلاء الذين يبلغ عمرهم ١٥ سنة أو أكثر ، ويمثل الهاتيريتيس طائفة أسسها جاكوب هاتر حوالى سنة ١٥٠٠ وقد الجأهم الاضطهاد إلى الهجرة من أوروبا (مورافيا وبعد ذلك الجرو وروسيا) إلى ساوث داكوتا South Dakota في سنة ١٨٧٤ ، ويفضل الهاتيريتيس أن يعيشوا حياة جماعية تشبه في أسلوبها المزارع اليهودية (الكيبوتس) ، ويكون أسلوب حياتهم مميزا عن أسلوب العشيرة التى تسكن شمال السويد والى تكون نائية ومعزولة جغرافيا ، وكذلك تكون منسحبة من الحياة الاجتماعية .

وليس هناك من شك أن الوراثة تلعب دورا رئيسيا في نشأة افوس الاكتثنى . كما يتضح من الدراسة على التوائم والى لخصت في جدول ٧ - ٢ ولكن ما يزال النقاش مستمرا فيما يتعلق بعدد من التساؤلات مثل (١) هل يكون هناك أسباب وراثية منفصلة تحدث مظاهر كل من الانقباض (الكتابة) وهو المرض ذو القطب الواحد والمرضى المعروف بالافوس الاكتثنى (ذو القطبين) كل على حدة ؟ (٢) هل تنتقل الصفات الوراثية بكمية متعددة الجينات polygenic أو وحيدة الجينات ، وهل يكون هذه الحالات المرضية تحكم وراثى غير متجانس ؟

ففيما يتعلق بالسؤال الأول فقد لوحظ أن التنبؤ الوراثى : predisposition يكون أكبر . أما ملاحظ سلسلة حلقات المرض تنأى القطبين ، وربما تسأل أيضا عما إذا كان

يحدث بكمية أكبر في البدايات المبكرة حتى أنه يمكن أن تصور وجود تدرج يؤدي إلى زيادة المرض النفسي : **Psychopathology** ويمكن أن يأخذ التصور الوراثي : **genetic predisposition** الصور الآتية (١) يكون المرض أحادي القطب ومتأخر البداية (٢) يكون المرض أحادي القطب ومبكر البداية (٣) يكون المرض ثنائي القطب ومتأخر البداية (٤) يكون المرض ثنائي القطب ومبكر البداية . ويمكن تفسير هذا التدرج بسهولة أكبر إذا ما عُزى إلى نموذج يخضع لعدة جينات **polygenic** أو حتى إلى موقع رئيسي بسيط تعبيرة حتى : **threshold** للبدايات ، ولكن ماذا يحدث لو كان المرضان ثنائي القطب وأحادي القطب ليسا متقاربين وراثيا ؟ في الواقع أنه لم تشخص أى حالة لتوأم أحادي الزيجوت به أحد الفردين يعاني من مرض عقلي أحادي القطب بينما الفرد التوأم يعاني من مرض الاكتئاب أحادي القطب على الرغم من أن هناك تسجيل لعدة حالات لتوائم أحادية الزيجوت كان أحد فردى التوأم يعاني من مرضى ثنائي القطب والآخر من مرض أحادي القطب (انظر ماكنيه زيرين : رودين **Zerhin-Rudin** في سنة ١٩٦٩) . وكثيرا ما تكون الحالات ثنائية القطب التي تؤخذ كدليل مثل حالات أقارب مصابين بالمرض أحادي القطب : وتبلغ نسبة التكرار لحدوث المرض ٢٤,٤ % بالنسبة للأبوين الذين نجوا مريضا يعاني من المرض ثنائي القطب . وتظهر دراسة لتوائم ارتفاعا مثيرا للمعدل التوافق بين المرض ثنائي القطبية وأحادي القطبية (أحيانا يصل إلى ٧٠ % أو أكثر) وذلك إذا ما كانت التوائم أحادية الزيجوت ، بينما يبلغ ٢٦,٣ % إذا ما كانوا ثنائي الزيجوت .

وبالنسبة للسؤال الثاني قام جيرشون **Gershon** ومعاونوه في السنوات ١٩٧٦ و ١٩٧٧ و ١٩٧٨ بعمل تلخيص مقنع للإجابة كما يلي :

• يكون هناك ارتباط متزايد بين نسبة حدوث المرض وبين وجوده في الأقارب . ولكن لا يكون العمر أثناء بداية المرض في حد ذاته عاملا متقللا . ويتنشر المرض في الأقارب من الإناث بشكل أعلا ، ولكن لا يبدو أن جنس المريض يشكل عاملا في انتقال المرض ، وتوافق النظم الوراثية من النوع عديد العوامل أو من ذلك الذي يعتمد على جين جسمي واحد من نتائج الدراسة وقد اتضح ذلك من تاريخ بعض العائلات التي درست فقط ولكن لم يكن عاما في جميعها . وقد اقترح الفرض القائل بوجود انتقال عن طريق الارتباط بالجنس للمرض ثنائي القطبية ، وقد دونت بعض سجلات النسب التي تتوافق مع الارتباط بكموسم الجنس X ، ولكن دراسة العائلات لا تدل على أن هذا يحدث بصفة عامة (انظر ماكنيه مندليفيتش **Mendelievitch** وفلايس **Fleiss** وفيف **Fieve** في سنة ١٩٧٢ وانظر أيضا ماكنيه ايزنبرج **Eisenberg** في سنة ١٩٧٣ وفينوكار

Winokur في سنة ١٩٧٣ ولكن تبقى نظم أخرى للتوارث في انتظار الدراسة .

وفي سنة ١٩٧٩ اكتشف كمينجز Camings شكلا عاما متعدد المظاهر Common polymorphism لبروتين يوجد في مخ الإنسان يطلق عليه "Pci Duarte"، والذي قد يكون عبارة عن جين رئيسي في حالات الأمراض الاكتئابية ، وحينئذ يكون دور هذا الجين أن يعمل مقترنا مع تأثير حدى سلمى threshold محكوم بيثيا مثل ذلك الذى سناقشه تّوا بالنسبة لمرض الفصام (شيزوفرنيا) ، انظر ماكتبه كذ Kidd وزملاءه سنة ١٩٧٣ .

ورغم أنه من الممكن اختبار نظم أخرى إلا أننا نشعر أنه من الضروري وجود دراسات مفصلة تتناول النواحي الصيدلانية (اللواتية) والحيوية (البيولوجية) والسلوكية ، ويرجع ذلك إلى أن الفروض الوراثة المختلفة قد تتضمن مستوى من عدم التجانس بالنسبة للأسس الوراثة كما سيتضح من حالة مرض الصرع .

وإلى هنا ونجد أن جيرشون Gershon وزملاءه يسجلون في سنة ١٩٧٦ دراسات على انزيمات معينة تشمل إنزيم مونو أمين أو كسيديز monoamine oxidase (والذى يكون مسئولاً عن عدم التنشيط الانزيمى للكاتيكولامينات Catecholamine (انظر قسم ٩ - ٥) ويفترض أن هذه الموصلات العصبية neurotransmitters يكون عليها أن تغير النشاط الوظيفي في المرضى المتأثرين affective disorders ، ويحدث تخصص صيدلاني (فارما كولوجي) في الاستجابة لكاربونات الليثيوم ، ورغم أنه لا يهتمل أن يكون التقدم في هذا المجال سريعاً إلا أن تناول الموضوع عن طريق الوراثة الكيماوية الحيوية والصيدلانية ربما يؤدي في النهاية إلى اضطراد التقدم .

١١ - ١٠ الفصام أو انفصال الشخصية أو الشيزوفرنيا :

يعتبر مرض الفصام - والذي يمثل نظام من الاختلالات العميقة في السلوك - مشكلة صعبة وغير عادية وملحة (عاجلة) ، وربما تكون مشكلته تعادل أئ من المشاكل التي تناولناها في هذا الكتاب . وحتى تناول التاريخ لتقسيم ومعالجة موضوع الفصام يبدو أنه هو أيضاً يعانى من الفصام . وقد قدرت التكاليف التي تتكبدها الولايات المتحدة من جراء مرض الفصام بمبلغ يتراوح بين ١١,٦ و ١٩,٥ بليون دولار سنوياً ، وحوالى ثلثي هذا المبلغ يعبر عن الفاقد في إنتاجية الأشخاص الذين يعانون من الفصام بينما خمس هذا المبلغ يذهب إلى تكاليف العلاج ، وربما ترتفع التقديرات أكثر بكثير إذا كان هناك فرضة للحصول على أرقام أحسن عن تكاليف إعالة المرضى في

المجتمع (انظر ماكتبه جاندرسون Gunderson وموشر Mosher في سنة ١٩٧٥) وقد أورد فينشوفسكى : Wiencowski التعليق الآخر في عام ١٩٧٢ :

« أكثر من اثنين مليون من الأمريكيين قدعانوا في وقت أو آخر من لمرض العقلي الفاجع المسمى بالفصام ، ونصف أسرة مستشفيات الأمراض العقلية في الدولة تكون مشغولة الآن بمرضى الفصام ، ويقدر أن ٢٪ من أفراد العشرة (المجتمع) سوف يعانون من حلقة من حلقات الفصام أثناء حياتهم ، وفي بعض البيئات الاجتماعية - مثلما في الأحياء الفقيرة من المدن مثلا - يرتفع التقدير إلى ٦٪ أو ما يعادل أكثر من واحد في كل ٢٠ فرد (وفقا للتشخيص الاجمالي) انظر ماكتبه دنهام Dunham في سنة ١٩٦٥ وماك نيل في سنة ١٩٧٠ .

وقد علق روزينتال Rosenthal في سنة ١٩٧٠ « إننى قد سئلت أن اكتب عن الوعد الذى تقدمه الوراثة لفهم ، والوقاية من ، وعلاج الأمراض العقلية بصفة عامة والفصام بصفة خاصة ، ويكون ذلك أفضل غمًا لو سئلت أن اكتب عن الإنسان وعلاقته بعالمه (كوكبه) ولكنه ليس من الأفضل كثيرا » .

والآن ما هى النصيحة التى يمكن أن يقدمها المشتغل بالوراثة للأطباء والمعالجين ؟ وفى الواقع يتميز الانفصام بحدوث اضطرابات فى التفكير (مع توهم أو هوس . واستجابات شاذة وخارجة عن المألوف وغير منطقية) وارتباكات فى الإدراك (هلوسه سمعية وبصرية) واختلال فى الاستجابات العاطفية (فقدان الاهتمام والإرادة والمقدرة على التمتع بالمبهجات العادية وممارستها) . وقد وصف كرابلين Kraepelin فى سنة ١٨٩٦ الأربع تحت طراز التقليدية والتى سنوردها هنا كمرجع تاريخى :

تحت طراز الاغماء التشخيصى : Catatonic

يصاحبه غيبوبة أو ذهول غالباً ما يكون صامتاً ويبقى فى وضع واحد لعدة ساعات أو أسابيع

تحت طراز خيل البلوغ : Hebephrenic

يصاحبه تفكير مهوم ، واستجابات ضحلة للمؤثرات بشكل واضح ، ومسلك صيئى ، وممارسة طرق مميزة فى التكلم والسلوك يعرف بها المرء .

تحت طراز جنون الارتياب أو جنون الاضطهاد أو جنون العظمة : paranoic

يتميز بالشعور بالاضطهاد أو سيطرة أوهام تتسم بالمبالغة الحمقاء وكثيرا ماتنتابه

هلوسات سمعية .

تحت الطراز البسيط : Simple

يتميز بخدوث فقد تدريجي للاهتمام ، واتصالات شخصية تؤدي إلى تحول المريض إلى شخص غير مبال أو مكترث ، فائر الشعور ، ويكاد ينفصل تماماً عن المجتمع الإنساني . وقد تتجمع تحت هذه الطرز جميعها في فرد واحد في أوقات مختلفة ، حيث يميل الشخص المصاب بالفصام إلى الانسحاب من الواقع إلى الخلد الذي لا يكون معه قادراً على التمييز بوضوح بين أهوائه الداخلية fantasies والواقع المادى ليثبت . وهناك ثلاث مدارس كبيرة تقدم نظريات تحاول أن توضح المكون (أو المكونات) الوراثية التي تدرج تحتها مظاهر الفصام ، وهذه المدارس هي :

الوراثة بفعل جين واحد : monogenic

(وتفترض وجود موقع وراثي واحد)

الوراثة بفعل جينات متعددة : Polygenic

أن يكون هناك عدم تجانس وراثي بشكل شامل : Comprehensive genetic heterogeneity وقد سجلت دراسات عديدة عن وجود أسر ظهر في تاريخها حالات فصام وتظهر مستوى عال من الاتفاق (حيث يظهر المرض في حالتين أو أكثر من الأسرة أو المجموعة) ويكون ذلك في حالات زواج الأقارب sibling حيث قدر أوديجارد Odegaard النسبة برقم يتراوح بين ١٠ و ١٥٪) ، كما وجدت أيضاً مستويات أعلا في حالة التوائم وحيدة الزيجوت (قدرها جوتشمان Gottesman وشيلدنز Shields في سنة ١٩٦٦ بحوالى ٥٠٪) ، وتشير مثل هذه البراهين إلى وجود مكون وراثي فعال من نوع أو أنواع معينة تدخل في حدوث مرض الفصام ، ولو أن هذا المكون لا يحتاج إلى أن يكون موجوداً في كل الأوقات . وقد تكون هذه المؤثرات غير متجانسة ، بمعنى أن الفصام قد يكون هو الناتج النهائي لتفاعلات بيئية مع عدد من الحالات التي يعمل في كل منها جين واحد . وبالنسبة لخطة البحث فيعتبر هذا مدخلا معقولاً ومفضلاً في الوقت الحاضر .

وسوف نتناول هنا نظرية واحدة فقط من النظريات التي تعتمد فيها وراثة الانفصام أساسياً على جين واحد . وقد نقحت الفروض القديمة المبينة على فكرة الجين الواحد حيث تتضمن جينات محورة ذات تأثيرات ضئيلة ، وبذلك أصبحت هذه النظرية

تتناقض مع أى فرض يقول بوجود جين واحد . وقد نشر هيستون Heston - وهو طبيب للأمراض العقلية والنفسية أبحاثاً معتمدة في السنوات ١٩٦٠ و ١٩٧٠ و ١٩٧٢ تناول فيها الأطفال المتبئين لأمهات مصابات بالفصام ، وتدل البيانات التى أوردتها (انظر شكل ١١ - ٥) على أن الحالات المسجلة لمرضى الفصام (شيزوفرنيا) المصحوب بانطواء Schizoidia تقترب من المتوقع في حالة وجود جين واحد سائد . ويمكن تعريف الـ Schizoidia - وهى تمثل جزءاً من طيف الفصام (الشيزوفرنيا) - بأنها مقدمة للفصام ، أو أنها حالة عقلية من الفصام القائم (الموجود) ، تتميز بأنها « انطواء شديد على النفس » مع « خوف دائم » وشعور بعدم الأهمية « مرتد تماماً » أو يريد معاملته كطفل - « ويحتقر نفسه لهذه الميول » (مأخوذة عن اتصال شخص مع لاندز Landis ، انظر أيضاً ماكتبه لاندز Landis وتوبر Tauber في سنة ١٩٧٢) ، ويلاحظ أن المريض بالانطواء (شيزويد) يكون على اتصال بالواقع ، ومتحقق من أنه يعانى من اضطرابات . وعلى العكس من ذلك ما نجده من انسحاب من الواقع ، والذي يتخلل تاريخ الحالة الآتية (انظر ماكتبه بيكيت Beckett و بليكى Bleakley في سنة ١٩٦٨) وهى لشخص مصاب بانفصام مصحوب بتجنون الاضطهاد أو العظمة .

وهناك حالة من التوحد أو الاسترسال في التخيل تهربا من الواقع والتي يطلق عليها « ذاتية » autism ، وهى حالة تتميز بأن يتصف الشخص بسمات الانانية المتبدية في التفكير والسلوك ، وتهمجن عليه ذاته ويصاحب ذلك سوء التكهن بالاتجاه الذى يأخذه المرض .

وهناك حالة كان المريض فيها ذكراً غير متزوج في الثالثة والعشرين من عمره ويمكن تشخيص حالته كما يلي :

المرض الحاضر : present illness

فرغ المريض لوه من تكملة درجة الماجستير في الفنون M.A. في الهندسة الالكترونية (ولا يكون هذا المستوى التعليمي نموذجياً) . وأثناء امتحاناته النهائية كان يعانى من انفلوانزا ، وبدأ يقلق بشدة على قلبه ، وكان يشكو من تعب عام ، وأن مخه عديم الحس ، وقد أصبح مضطرباً جداً ، وشعر أن طعامه مسمم ، ورفض الاغتسال ، وعندما أصر والده على أن يقوم بالاغتسال أصبح مندفعاً في أعماله وعدوانياً ، وقد أشار مراراً إلى أن أمه قاتلة وساحرة ، وقال أنها ستقوم بترويعه مغناطيسياً أو تسميمه .

التاريخ الماضى للمرض : past history

كان المريض أكبر أخوية (من أمه siblings) وكان طفلاً صحيحاً ، وقد أمكن

المظهر يكون المريض صاحب الوجه ، هادى العينين ، وغير مفهوم ، ويأتى بحركات غير متوافقة ، ويتكلم مع نفسه بسرعة ، وتطلق منه كلمات مندفعة ، وغير مفهومة ، وقد اتهم من يُجرى معه المقابلة بالتدخل فى أفكاره بملء لسان إرسال شفرات الكترونية بالموجة القصيرة ، والى لا يستطيع (المريض) أن يحل شفرتها . وكتيجة لذلك فإنه يرفض أن يتكلم أثناء المقابلة .

ويمثل القطر الموضح فى شكل ١١ - ٥ التوقعات النظرية لوراثة هذه الصفة بفعل جين واحد سائد (لاحظ أن الواحد يحصل على نفس الشكل إذا ما كان هناك صفة تحكم بعدة جينات تتحدد تماماً بجينات مصنعية (تجميعية) additive genes . وتظل المنطقة الصغيرة الغير مظلمة فى الزاوية السفلى الشمالية بيضاء بسبب درجات الصلات الوراثية (كما عرفت فى قسم ٦ - ٩) وتكون أقل من ٠,٤ ، ويلاحظ أن المعامل المتوقع للصلات من الدرجة الأولى (أى التى بين الآباء والنسل وبين الأخوة sibs ، وبين التوائم ثنائية الزيجوت) يبلغ ٠,٥ كما يصل المعامل المتوقع للعلاقات بين الأبوين ونسلهما إلى $0,5 \times 0,5 = 0,25$ (قسم ٦ - ٩) بينما يبلغ المعامل المتوقع فى حالة التوائم أحادية الزيجوت واحداً صحيحاً .

وبصفة عامة يتوافق نظام الجينات العديدة لنشأة الفصام مع نظرية : « وطأة الاستهداف للمرض » diathesis-stress (جدول ١١ - ٤) ، والى اقترحها روزينثال Rosenthal فى سنة ١٩٧١ وجوتسمان Gottesman وشيلدنز Shields فى السنوات ١٩٧١ و ١٩٧٢ و ١٩٧٣ ووفقاً لهذه النظرية (وهى ليست متعارضة تماماً مع تلك التى تعزى المرض إلى جين واحد) فإن الشخص المصاب بالفصام لا يرث مرض الفصام نفسه ولكنه يكون مهيباً وراثياً لتتقدم عنده الحالة ، وتتحدد البيئة التى يعيش تحتها الشخص احتمال الإصابة التى تبدى مظاهرها ، أى أن الضغوط البيئية تؤدى إلى الفصام فى الشخص المهيب له . وبالضرورة فإن نظرية « الاستهداف للمرض تحت وطأة الظروف » تنظوى على نظام تحمل يوضع لجينات عديدة . ويتمثل الأساس الوراثى لمثل هذا النظام فى التأثير المضيف لعدد من الجينات الصغيرة العدد نسبياً ، والى تُظهر إما سيادة قليلة أو معدومة أو تنحى ، وبدلاً من ذلك فقد تقوم مجموعة عديدة من المواقع المختلفة بالتحكم فى عدد من المكونات المختلفة التى تحكم السلوك ، وهذه عندما يشملها لرباك عام فإنها تعمل كمعامل مساعد لحث ما نعرفه بالفصام . وقد صاغته إيرلينيمار كيلمينج Erlenmeyer-Kimling ذلك بشكل أفضل فى سنة ١٩٦٩ عندما وصفت عدم التجانس الوراثى للفصام (شيزوفرينيا) قائلة أن :

• مجموعة من الأسباب الغير متجانسة (أسس وراثية مختلفة الحالات متشابهة مظهرية) تنشأ من أخطاء وراثية تعمل بشكل مستقل .. ووفقا لهذا النموذج فإن عددا من الأخطاء الانزيمية الأولية يمكن أن يؤدي في النهاية إلى حدوث مسلك (ممر) غذائي مشترك أو ميكانيكية وسطية .. ورغم ذلك فربما يكون الحد الذي يعطل عنده المسلك الثاني Pathway مختلفا ، ويعتمد ذلك على الطريق الذي تسلكه في الوصول إليه لدرجة أن الاختلافات في التهيؤ يمكن أن توجد بين التراكيب الوراثية المختلفة . ومن الممكن أيضا أن يكون هناك سلسلة من العوامل الأليلومورفية تحكم الصفة . حيث تعطى أليات مختلفة مختلف درجات التأثير . وأكثر من ذلك ، فإن نشاط الجينات المختلفة سوف يتعدل بفعل الخلفية الوراثية العامة للأليات . وأخيرا فإن كلا من درجات التهيؤ وتأثيرات العوامل البيئية سوف تتعاون في تحديد ما إذا كان الفصام أو الاضطرابات النفسية من الدرجات الأقل أو حتى تلك التي بدون أعراض - يُظهر تأثيره على المستوى السلوكي .

ويلخص جدول ١١ - ٤ النظريتين الرئيسيتين عن الأساس الوراثي للفصام ، ويلاحظ وجود تداخل overlap ومن ثم يحدث خلط ، مما يعطى - على الأقل - المظهرين الأولين في القائمة السابقة .

ونحن بدورنا نستطيع أن نعطي تلخيصا للمعلومات في الجدول ١١ - ٥ . حيث يظهر فيه حساب لبعض درجات القرابة وترية الأقارب وذلك للتوضيح ولاستعمالها في مجالات أعم ، وقد تضمن الجدول أيضا معاملات القرابة (انظر قسم ٦ - ٩) للمقارنة . وخطورة حدوث الفصام لا تعكس - بشكل منتظم - معامل القرابة ، فيشترك الأخوة الغير أشقاء half-sibs وأبناء الأخ وأبناء الأخت ، بنات الأخ أو الأخت والأحفاد وحتى العمات والأعمام في أن لهم معامل متقارب ، ولكن لا يكون لهم دليل مرضي متشابه ، والآن نتساءل عما إذا كان بوسع ذلك أن يعكس القوة المتفاوتة للبيئية ويحتمل أن يقتسم الأخوة الغير أشقاء نفس - أو على الأقل - نفس البيئة بدرجة أكبر مما في حالة أفراد جيل مختلف (الأحفاد مثلا) ، وأيضا تكون خطورة حدوث المرض في الآخرين مشابهة لتلك الموجودة في الأخوة الغير أشقاء . وربما تؤخذ الاختلافات البيئية لتقليل جزء كبير من مدى الاتفاق بين الأفراد الذين لهم نفس معامل الاختلاف .

وفي سنة ١٩٧٣ اكملت Fischer البحث الذي كان قدم به هارفالد Harvald وهوج Hauge في سنة ١٩٦٥ على نفس التوائم الهولندية (انظر قسم ٧ - ١) ، وقد وجدت معدل توافق مقداره ٦٥٪ بالنسبة للتوائم أحادية الزيجوت و ٢٦٪ بالنسبة للتوائم ثنائية الزيجوت ، وبالنسبة للتوائم أحادية الزيجوت الغير متوافقة بالنسبة للفصام ، ولم نجد فيشر اختلافات مؤكدة بين نسب الأبناء المصابين بالفصام الذين انتجهم كل من فردى

جدول ١١ - ٤ : مقارنة بين النظريتين الرئيسيتين للأساس الوراثي للشيزوفرينيا

أوجه الحالة المرضية	نظرية الجين الواحد الكيميائية	نظرية وطأة العرض للمرض
الوحدة البيولوجية	الجنين : جين واحد سائد أو مهيمن أو بين ذلك . الصفة وصفية غير متصلة	الناقل أو الحامل . الصفة قد تكون وصفية أو كمية
ماذا ، يورث ؟	خطأ تحليل لم يحدد بعد يميز إلى جين طافر	(١) جين واحد (٢) جينات كثيرة (٣) حالة تعدد جيني مع تهيؤ تكويني
درجة الظهور	عالية جداً : كل الأفراد غالباً (٦٧ - ٨٦ %) انخاملة للتركيب الوراثي ، ولكن توجد أفراد مقاومة تكوينياً لظهور المصير	كل تكوين أقل مما يفترض في النظرية السابقة يعتمد ذلك على وطأة العرض للمرض ونوعية التهيؤ في الأفراد المتضررة
دور البيئة	ليست هناك بيئة معينة لازمة لظهور المرض عند تعرض الأفراد لضغوطها (قد يوجد أثر تجمعي للضغط) . البعض يورد معدلات ثابتة لشيزوفرينيا في كل الحضارات	ضرورية وإن كانت عوامل الضغط نادراً ما تتحدد : (صاحبه بالرأس ، مرض ، الكحول ، الانبعاث .. إلخ . ولكن عادة ذات أساس نفسي .
تحت الطور الاكلينيكية	ذات أهمية ثانوية ، يصير عادة عاكسة للعوامل الوراثية أو التكوينية التي تؤثر على الصورة التي يصير بها المرض عن نفسه	تعد عادة مظنة لحالات تهيؤ مختلفة يتفاعل مع مختلف أنواع الضغوط (تعقيد غير ضروري ؟)
شدة المرض	تتغير درجة الحثل التحليلي لسبب ما يتغير تأثير الحثل الكيميائي ، ولكن يستمر القصور النفسي	تتغير شدة المرض وفقاً لشدته عامل الضغط إما أن تقل الأوجه الوظيفية للمرض أو أن تقل الضغوط
الخاصية المعتلة مسبقاً	يختلف بالطرق العقلية عندما يكون شاذاً فإن الانحراف يميز إلى علامات مبكرة للحثل التحليلي (١) . البحث عن الحثل التحليلي وتصحيحه إذا كان هنالك أي منها (٢) تقدير تكرار الجين في المشورة ، معدل الطفرات ، طبيعة التوارث	يمكن أن يحددها عوامل طبيعية التهيؤ الوراثي ، كالخصائص الانطوائية ، التوتر العالي ، الظروف الخاصة بطبيعة التهيؤ والظروف ، وأشكال تدخلها
معال على المشاكل المطروحة بناء على المعطيات السابقة	لماذا يتبين توزيع المرض في الأطفال بحيث يبدأ طرّاً سائدة أو متحثة أو موصولة ؟	لماذا يصير المرض عندما يزول عامل الضغط الظاهري ؟

المصدر : روزنثال Rosenthal (١٩٧٠) وارجع إلى ماتشيكي وكيد Mattheze & Kidd (١٩٧٦)

التوأم . وعلى وجه التقريب فإن الفرد الناقل للإصابة prob adn والفرد الغير مصاب من التوأم الناتج عن زيجوت واحد يعطى نفس النسبة من المصابين بالقصصام في الجيل التالي .

ونستطيع أن نختتم هذا القسم الأصعب من غيره بإيراد تلخيص لقائمة المبادئ التي وردت جزئياً في المراجعة التي كتبها جوتسمان Gottesman في سنة ١٩٧٨ تحت عنوان القصصام والوراثة : أين نحن ؟ هل أنتم متأكلون ؟ (كما أننا نخيل القارئ إلى العدد

الكامل من نشرة الفصام Schizophrenia Bulletin المجلد الثاني العدد الثالث في سنة ١٩٧٦ .

جول ١١ - ٥ : احتمال الإصابة بالشيذوفرنيا في الأقارب للمصابين بهذا المرض

النسبة المئوية الملاحظة للشيزوفرينيا	معامل القرابة	القرابة للفرد
0.85	0.00	غير قريب
1.80	0.00	أبناء القرين
3.20	0.25	غير شقيق
7.0-15.0	0.50	شقيق
5.0-10.3	0.50	أب
7.0-16.4	0.50	طفل
3.0-4.3	0.25	حفيد
1.8-3.9	0.25	أب أخ أو أخت
1.8-2.0	0.125	ابن عم

معدلات الخطورة تمثل متوسط كثير من الدراسات التي يوضح فيها معامل القرابة
أبناء القرين Stepiell غير قريبة وواليا لأنها من زيجات سابقة للقرين
طفل لأب واحد مصاب بالشيذوفرنيا . ومعامل يكون ٠.٧١ للطفل المولود لأبوين مصابين
المصدر : شترون Stepiell ١٩٧٣ بصرف .

١ - لم يتعرف - حتى الآن - على أي تركيب وراثي خاص بمرض الفصام ، وهناك محاولات ، بما فيها تلك التي يقوم بها المؤلفان - لمطابقة النماذج الموضوعية للانتقال الوراثي للصفة ، ولكن كل هذه المحاولات تكون - على أحسن تقدير - مبهمه .

٢ - تتزايد خطورة انتقال الإصابة بالفصام (الشيذوفرنيا) إلى الأقارب من حيث دليل الحالات : index cases بزيادة درجة القرابة الوراثية (٢٥٪ و ٥٠٪ و ١٠٠٪) حتى بدون وجود بيانات مشتركة .

٣ - ويختلف خطر إصابة أقارب الشخص المصاب بالشيذوفرنيا (العصاب) بدرجة خطورة الأشخاص الحاملين للإصابة probands في سجل النسب . وذلك بالمقارنة بعدد الأقارب الآخرين الذين أصيبوا فعلا . وفي حالة النسل تختلف باختلاف حالة الأب الآخر . فمثلا تتراوح النسبة بين ١,٨ في حالة تزواج فرد به عصاب بسيط مع فرد عاды . وتصل النسبة إلى ٤٦٪ في حالة تزواج فردين بهما عصاب .

٤ - ولا يكون هناك علاقة بين الجنس والإصابة بالفصام فيما عدا العمر الذي تبدأ فيه الإصابة (والذي يكون أبكر في الذكور) حيث تكون الأخوة الذين من أب واحد

وأأم مختلفة **half-siblings** من بين الأفراد المتبنين ، وتدل سجلاتهم على وجود حالات صرع يكونون في الغالب - متساويين في فرصة إصابتهم مثل الأخوة الذين من أم واحدة وآباء مختلفين ، وتكون النسبة الجينية للأفراد المصابين بالشيزوفرنيا - غالباً - في نهاية فترة المخاطرة ، ولا تكون أزواج التوائم أحادية الزيجوت المؤنة أكثر توافقاً بشكل مؤكد عن الذكور أحادية الزيجوت ، وتكون التوائم غير المتطابقة التي من جنسين مختلفين متساوية في تطابقها مع التوائم غير المتطابقة متحدة الجنس .

٥ - وتبلغ معدلات التوافق للفصام في حالة التوائم المتطابقة ثلاثة أضعاف تلك الموجودة في التوائم غير المتطابقة ، وتصل إلى ٣٠ ضعفاً بالنسبة للمعدلات في العشيرة الكبيرة .

٦ - في الدراسات الحديثة ، وجد أن أكثر من نصف أزواج التوائم أحادية الزيجوت تكون غير متوافقة من حيث الإصابة بالفصام على الرغم من أنها تحمل نفس العوامل الوراثية ، بينما لا تكون في التوائم أحادية الزيجوت وتلك الثنائية في حد ذاتها لها نسبة أعلا من حيث الإصابة بالفصام وذلك بالمقارنة بحالة الولادات المفردة (الغير توائم) .

٧ - تتساوى التوائم المتطابقة التي ربيت منفصلة من الطفولة مع تلك التي ربيت مع بعضها وذلك من حيث توافقها في الإصابة بالفصام .

٨ - لا يكون هناك معدلاً أعلا من الإصابة بالفصام بين الأبناء الذين من أبوين طبيعيين والذين ألحقوا بأسر تأويهم وكان أحد الأبوين المضيفين مصاباً بالفصام .

٩ - إذا وضع أولاد آباء مصابة بالفصام في ملجأ وهم صغار السن جداً فإنه يظهر بينهم حالات العصاب بمعدلات أعلا بشكل كبير عما في العشيرة العادية ، وأحياناً تكون المعدلات متساوية في ارتفاعها مع تلك التي تظهر بين أطفال عاشوا وسط آبائهم المصابين .

١٠ - لا ترتفع نسبة الإصابة بالعصاب في الأقارب بحكم تبنيهم لعدد من الأطفال المصابين بالعصاب ، بينما يظهر المرض بين الأقارب الحقيقيين للأطفال المتبنين بنسب عالية .

١١ - يحدث الفصام في كل من المجتمعات الصناعية (المتقدمة) وتلك المتأخرة ، وفي المجتمعات الأولى تبلغ نسبة الحدوث طوال العمر (مع التحفظ في مستوى التشخيص) حوالي ١٪ في سن الخامسة والخمسين .

١٢ - في مجتمعات المدينة : يكون هناك تدرج من حيث الطبقات الاجتماعية في

شيع الإصابة بالفصام ، ويمكن ارجاع معظمها إلى الانحراف drift ناحية الطبقات السفلى بالنسبة للأشخاص المهين للإصابة .

١٣ - لم يستدل على وجود أسباب يثية - ولو باحتمال معتدل تجبل الفصام يظهر في الأفراد الذين ليس لهم أقارب مصابون به .

ونحن ننى هذه المناقشة بالتوصية لعمل حصر لطرق التناول الوراثى التى تتبع فى دراسة العصاب والتى جمعها إيرليناير كيملينج Erlenmeyer-Kimling فى سنة ١٩٧٨ (مرجع رقم ٥) ، والتى قدمت فيها البراهين الوراثية الموجودة حاليا باعتبارها أداة فعالة فى مجهودات البحث .

وأخيرا فإنه يجب ملاحظة النتائج التطورية الوراثية المبينة على تحكم جين واحد وتلك المبينة على تحكم جينات عديدة ، ويمكن أن يكون النظام الذى يتحكم فيه جين واحد قابلا للبقاء فقط إذا وجدت الميزة للتركيب الخليط (أو أى ميكانيكية أخرى) للمحافظة على بقاء العشيرة فى المستوى العالى المتحصل عليه ، حيث أن الجين المفترض وجوده سوف يوجد بتكرار من الكبر بحيث لا يمكن تفسيره بحدوث طفرة فقط . ومعنى هذا أن جين المصراع إذا ما وجد فى الحالة الخليطية فإنه ربما يعطى حاملة بعض الميزة (انظر كاسبارى Cuspari فى سنة ١٩٦١ وما كتبه هاسلى Huxley وآخرون فى سنة ١٩٦٤ . وترجم الآن العبارة التى أوردتها إيرلينجيم - كيملينج فى مرجعها المرقم ب (b) فى سنة ١٩٧٨ :

« ليس هناك برهان على أن أمهات الأشخاص المصابين بالعصاب سوف يكون لديهم عدد أكبر من الأبناء أكثر من النساء الولودات فى العشيرة الكبيرة ، وهنا يظهر أنه ليس هناك برهان يؤيد الفكرة القائلة بأن الأخوة الذين ينجمهم آباء مصابون بالعصاب سوف يكون لديهم معدل تكاثر أعلى من المتوسط . وفى الحقيقة ، فإن العكس ممكن أن يكون صحيحا ، أو هو صحيح على الأقل حيث يعطى الأخوة أبناء بعدد أقل من الموقع بالنسبة لوقتهم ومكانهم ، وعلى ذلك فإن المشكلة لم تحل فيما يتعلق بالقوى الانتخابية المستولة عن المحافظة على مرض العصاب فى العشيرة . »

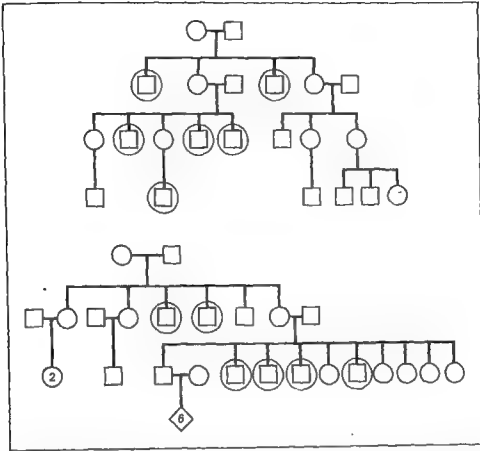
وفى السنوات الأخيرة أصبحت الأسس الكيماوية الحيوية لمرض الفصام موضعاً لإجراء بحوث مكثفة . وتفصل الكتابات الناتجة عن هذه البحوث الطرق المتقدمة التى تستخدم لبحث مختلف النظريات التى مازالت قيد البحث (انظر الأمثلة التى ذكرها كيتى Kety فى سنة ١٩٦٧ وأومين Omenn وموتالسكى Motulsky فى سنة ١٩٧٢ وماك جو McGaugh فى سنة ١٩٧٢ وكايت Keith وآخرون فى سنة ١٩٧٦ . وتشكل

مادتا الكاتيكول أمينات Catecholamines واستيرويدات الأدرينال adrenal steroids المجموعتين من المركبات الكيماوية الحيوية التي يحدث بها اختلافات فيما يتعلق بقيمة الأزمة: Coping with the stress وقد اقترح بولين Pollin في سنة ١٩٧١ وجود فاصلة بين المستوى العالى من الكاتيكول أمينات وبين التركيب الوراثى المحدد للعصاب ، ولكن القيم العالية للاستيرويد يكون لها علاقة بالمظهر الخارجى للعصاب ، ورغم ذلك فقد اقترح فولر Fuller وطومبسون Thompson في سنة ١٩٧٨ أن ينظر للبيانات بخبر . ورغم ذلك فإن تناول الموضوع من الوجهتين الكيماوية الحيوية والصيدلانية (العقاقيرية) سوف يحل ببطء لغز الدور الذى لابد وأن تلعبه الحالة الكيماوية للمخ ، والذى يكون لازماً لفهم مرض الصرع ، وكنتيجة ثانوية لذلك فإنه سوف يمكن حينئذ حل الخلافات التى تتعلق بالنظم الوراثية التى تحكم الصرع . وفيما يتعلق بما نوقش هنا من أمراض عقلية أخرى فإن الطرق الكيماوية الحيوية سيكون لها أهمية كبيرة أساساً فى تأكيد المكون الوراثى ، ولكن بمجرد أن يميز (يحدد) موقع جلد الجين ويتابع انتقاله فإن مثل هذه الطرق تصبح أقل فى أهميتها ، ويمكن استبدالها بطريقة دراسة سجلات النسب .

١١ - ١١ الجنس

ولكى نتنفس الصعداء عقب التعقيدات التى تكتنف دراسة الصرع فإننا سوف نقدم مثلاً مازال وحيداً للعلاقة الحميمة (الوثيقة) بين ما يمر من جيل إلى الجيل الذى يليه عبر الجاميطات وبين ما نعرفه باصطلاح السلوك behavior والمثل الذى سوف نتناوله هو مرض يطلق عليه تأنث الخصى أو testicular feminization أو عدم الحساسية للأندروجين Androgen insensitivity وهذا المرض يشمل حدوث تغنّب غير حقيقى للذكور بحيث يقتصر حدوثه على الذكور الذين يحدث أن تجتمع بهم الصفات المميزة للجنسين ، والأفراد المصابون يعرفون أنفسهم كما يعرفهم أهلهم (وذوهم) من بداية مولدهم على أنهم إناث ، وتكون حياتهم طبيعية ، وعندما يتزوجون فإنهم يتزوجون من رجال ولكن اتحداهم الجنسى يكون عقيماً تماماً ، حيث يكون لهم فرجا صغيراً مغلق النهاية ، ويكون ذلك مصحوباً بنمو كامل لغدد اللبن (الأثدية) وعلاوة على ذلك فإن الخصى تكون أيضاً موجودة .

وتمثل العرض الأول فى حدوث فتاق يستدعى تشخيصه فحص حالة المنطقة الجنسية فوق العانة ، ويشكل انقطاع الطمث أو انحباسه العرض التالى ، وفى سنة



شكل ١١ ٦ : طرازات لتوارث ثانت الخصى . تظهر الأفراد المتأثرة على شكل مربعات (ذكور) داخل دوائر (إناث) . وهى وراثية مذكرة وظاهرياً مؤنثة . ويبدو أن الجين المسئول سائد جسمى أو متنحى مرتبط بالجنس . وإذا ما كان جسياً فلا بد وأن يكون محدداً بالجنس (الذكور فى هذه الحالة) فى تعبيره (عن شترين Stern ١٩٧٣) .

١٩٧٣ جذر بيرجزما Bergsma قائلا : ينبغي أن يشك فى التشخيص فى حالة كل الفتيات اللاتى يعانين من حدوث فتق أرنى : inguinal hernia على أنه يجب أخذ مساحة من الفم : لعدد عدد كروموسومات الجنس : وذلك قبل الفحص وإجراء جراحة (خياطة) للفتق الأرنى . (انظر أيضاً ماكتبه ريموين Rimoin وشيمكى Schimke فى سنة ١٩٧١ .

ويتوافق سجل النسب المبين بشكل ١١ - ٦ مع طرازين من التوارث مازال من الصعب التمييز بينهما بوضوح : حيث تكون الأنثى الحاملة للتركيب الجسمى (الأوتوسومى) السائد والتي تركيبها Ttrt مثلا (tr) تأتى من كلمة المتحولة

(transformed) عادية على الرغم من بقاء تقدم صفات الجنس الثانوية وظهور شعر العانة والإبطيين . وإذا حملت هذه الأم فإن أطفالها الذين يكون لهم التركيب XY يكون نصفهم ينتمي الجنسي intersexual حيث يكون الذكر الذى تركيبة Tr tr مؤنثا .

وتكون الأنثى التى تركيبها XYY عادية بالضرورة وخصبة أما الذكر الذى تركيبه الوراثة XYY فيكون مؤنثا ولم يعرف أفراد يكون لهم تركيب وراثى أصيل بالنسبة لهذا الجين ، كذلك فإن الدراسات التى أجريت على الارتباط لم تكن مثمرة (انظر مآكته هولمبيرج Holmberg فى سنة ١٩٧٢) وعلى ذلك فتحت أى ظروف سوف يكون من الممكن الاختيار بين أى من هذين البديلين ؟

ومنذ وصف موريس Morris هذا المرض فى سنة ١٩٥٣ فإن سببه قد أرجع إلى عدم حساسية الأنسجة الجبائية التى تكون هدفاً لفعل افرازات الخصية وغدد الأدرينال المكونة للاندروجين ، ولا يكون هناك استجابة لانزيم التسترون السارى فى الدم حتى لو حقق هذا الهرمون فى الدم ، ويكون هناك نقص شديد فى نضج الخلايا التوالدية germ cells الموجودة فى الخصى العنقودية الصغيرة ، كما يكون هناك نقص فى صفات الجنس الثانوية الخاصة بالرجولة بما فيها المتعلقة بالشخصية ، والعقم التام ، وغياب الشعر من الوجه والجسم . وهناك طراز وصف فى سنة أكثر حداثة ويكون أكثر اعتدالا ، وهو ينشأ من جين جسمى سائد ويؤدى إلى تصحيح الأخطاء فى مرحلة البلوغ حيث يحدث للذكور فحولة (انظر مآكته إمبيراتوماك جنيل Imperato-McGinley وآخرون فى سنة ١٩٧٤) .

وماذا عن المظاهر النفسية العلاجية هذا العرض المركب ؟ وإلى أى جنس سوف ينتمى أو يجب أن ينتمى الذكر المؤنث ؟ وقد قام جايرال Gayral وآخرون فى ١٩٦٠ بدراسة إحدى عشر حالة فى خمس عائلات (لاحظ وقوع التكرار هنا) . وفى كل الحالات فإن أطباء الأسر اختاروا ألا يغيروا مرضاهم بالحقيقة الغير قابلة للعلاج فى الوقت الحاضر ، كما لم يغيروهم بطبيعة مرضهم ، وبدلاً من ذلك فإن « النساء » قد أخبرن بوجود شذوذ فى المبيض ، يترتب عليه العقم مدى الحياة . وقد تراوح رد الفعل بين المظهر بمظهر عدم الاكتراث وبين المبالغة فى تعويض النقص المتمثل فى الكتابة والانتقباض العصبى . وفى كل حالة كان المريض مؤنثا فى مظهره وحمل الأطفال ويكون مفرط الحساسية على الرغم من غياب أى مظهر من مظاهر الدورة الشهرية . ويكون الدافع الجنسي والقدرة على التزاوج عادية . وقد انتهى المؤلفون إلى أن المعلومات الغريبة رغم دقتها سوف تؤدى على الأقل إلى البلبلة ، وقد ينتج عنها إحباط شديد ،

وعلى ذلك فرمما يوجه والدا الذكور المصابة بالتأنيث إلى الحد الذى يذكر لهما فيه إمكانية انتخاب أطفال مشابهين لأخوتهم من حيث العقم ، وذلك بلون أن تعطى لهم معلومات أكثر . ونحن نتساءل عن الكيفية التى يحكم بها القراء على مثل هذه القرارات العميقة ، وهل ستوجه كل جهود المعالجون النفسانيون ناحية إعادة تأكيد القول للفرد المصاب بتأنيث الخصى بأنه أنثى يشريه من النواحي الاجتماعية والنفسية والعاطفية ؟

١١ - ١٢ ملاحظات ختامية

سوف يكون تحليلنا سهلاً نسبياً لهذه الحالات إذا ما أخذنا فى الاعتبار الاختلاف فى الصفات الموروثة ، وذلك عندما يكون هناك تلازم واضح بين الانزيمات والسلوك ويختلف أوجه النقص النادرة الأخرى التى يمكن تتبعها فى سجلات النسل . ويسرى ذلك أيضاً على عدد معين من أوجه النقص الحسية مثل عدم القدرة على تذوق مادة الفيناييل ثيو كرباميد PTC وحدث عى الألوان . ورغم ذلك فإنه يجب أن نلاحظ التعقد الذى يكتنف مظهر « التذوق » taste والصعوبة التى تصادفها فى إجراء التحليل الوراثى له . وينطبق ذلك أيضاً على حواس النظر والسمع والشم .

وبالنسبة للصفات المذكورة آنفاً فإن التعقيدات التى ترجع إلى بيئات الأسر لا تكون كبيرة - بصفة عامة - ورغم ذلك فإنه عندما نتجه ناحية عيوب الكلام وإدمان الكحول فإن هذه التعقيدات تفرض أهميتها . وعند هذه المرحلة فإننا نحتاج إلى أن نأخذ فى الاعتبار النواحي الثقافية بجانب النواحي الحيوية (البيولوجية) . ولا نغفل الفائدة الممكنة أن نجنيها من دراسات الأولاد المتبنون فى تحليل هذين الموضوعين وهى التى سنتناولها بمزيد من التفصيل فى الباب الثانى . ويعتبر مرض كورو Kuru أكثر الأمثلة شفوذاً من حيث تدخل الثقافة فى الوراثة حيث صارت مشاكل تحليل العوامل البيولوجية والثقافية أصعب بفعل مشاكل العمل مع مجموعة بدائية واستمر ذلك على الأقل حتى عرفت الطبيعة الفيروسية للمرض .

ويصبح موضوع العلاقة بين الوراثة والبيئة أكثر تعقيداً عندما نتحول إلى دراسة الأمراض العقلية حيث أنه فى كثير من الحالات يشكل تعريف المظهر الخارجى نفسه مشكلة إضافية (مثلاً فى حالة الصرع) . وإذا ما عرفت معلومات أكثر عن الأسس الكيماوية الحيوية لمثل هذه الحالات فإنها سوف تساعد كثيراً على فهمنا وربما يكون ذلك أملاً بعيد المنال الآن ولكنه سوف يكون هدفاً طيباً للباحثين noble goal . وبالنسبة لأى حالة : فإنه لا يَحتمل أن يحدث تقدم سريع على الرغم من وفرة الموارد التى يجب أن

تستغل وعلى الأخص بالنسبة للصعوبات في جمع وتفسير النتائج في الأنواع التي يمكن إجراء تجارب التربية عليها .

وقد أدت هذه الأنواع من الصعوبات في حد ذاتها - إلى إيجاد وفرة من المعلومات الموثقة خاصة بالنسبة للأمراض العقلية . وفي كثير من الحالات فإن كل ما نستطيع قوله أنه يوجد مكون وراثي (على الرغم من أنه كثيراً ما يحدث من أن كل فرض وراثي ممكن يكون قد سبق الإذاعة عنه في وقت أو آخر) . وعلى الرغم من غزارة ما كتب عن هذا الموضوع إلا أن ما قدمناه في هذا الكتاب لا يعدو أن يكون تعليقات تتناسب مع كتاب تعليمي عام عن السلوك وحيث أن ذلك التناول كان انتقائياً وغير كامل لذا فإننا نورد فيما يلي تصنيفاً مختاراً للمراجع .

ملخص

تشير الأبحاث المفصلة عن صفات مثل عيوب الكلام وإدمان الكحوليات (الخمور) إلى وجود تأثيرات للتركيب العامل والبيئة ، ولكن غالباً ما يكون من الصعب الكشف عن الأهمية النسبية لهذين المكونين ، وربما يرجع ذلك إلى أن طرق إجراء الدراسات على الإنسان تكون صعبة إلى حد كبير ، حيث أنه يتعلم إجراء تهيئات مثلما يحدث في حيوانات التجارب . وفي كثير من الأمراض مثل الأمراض العقلية والصرع وأمراض الهوس الاكتئابي والفصام (شيزوفرينيا) يكون هناك فروض كثيرة ومختلفة بالنسبة للأساس الوراثي ، وتتراوح الفروض الموضوعية لتفسير سلوك هذه الأمراض من نظام يعتمد على جين واحد إلى نظام يعتمد على جينات عديدة ، ويكون للطرق الكيميائية الحيوية أهمية عظيمة في إقامة الجانب الوراثي ، ورغم ذلك فإنه بمجرد التعرف على جين موجود وتتبعه فإن دراسة سجلات النسب سوف تحل محل هذه الطرق . وهناك عديد من الطفرات التي يكون لها نظام واسع لتأثيرات سلوكية وفسولوجية في الجنس الإنساني ، وهذه يمكن متابعتها بدراسة سجلات النسب ، وتتضمن هذه مجموعة من الصفات البسيطة مثل عمى الألوان والقدرة على تذوق مادة الفيناييل ثيوكارباميد والتي يكون هناك حالات من تعدد المظهر بالنسبة لها .

قراءات عامة

GENERAL READINGS

- DeFries, J. C., and R. Plomin. 1978. Behavioral genetics. *Ann. Rev. Psychol.* 29:473–515. This paper is an amply documented review of it all, placing topics touched upon in our eleventh chapter within the context of behavioral genetics.
- Gottesman, I., and J. Shields. 1972. *Schizophrenia and Genetics. A Twin Study Vantage Point*. New York: Academic. This is the most authoritative compilation of what the study of twins offers to efforts to clarify the etiology of schizophrenia.

الفصل الثاني عشر

الإنسان : الصفات المتصلة

١٢ - ١ الذكاء : الوراثة والبيئة

يعتبر النفسانيون والعوام من الناس الذكاء صفة ذات أهمية بالنسبة للمدرسة وكذلك الحركية والشخصية والعلاقات الشخصية في المنزل تعد أيضاً من العوامل المهمة حيث تؤثر في مستوى الانجاز المدرسى وكذلك في تنفيذ الاختبارات التي تصمم لقياس الذكاء . وأظهرت العلاقات التجريبية أن اختبار معامل الذكاء IQ كمقياس للذكاء يعكس القدرة على التعلم في المدرسة لعدد من المجتمعات ومن الواضح أيضاً أن أطفال المدارس يتباينوا في مقدرتهم على التعلم وبالأخص في الدراسة المجردة وقيمة معامل الذكاء هي محاولة لقياس سلوك الذكاء (قسم ٧ - ٣) وقد كتب سترن Stern (١٩٧٣) أنه : " يمكن النظر عموماً إلى سلوك الذكاء على أساس المقدرة الوراثية في التمكن من الاستعمال الجيد للتوارث الاجتماعي مثل اللغة والأعداد والأفكار العلمية والأخلاقية " . وقد قسم علماء علم النفس القدرات العقلية إلى أقسام مميزة منها ما يعرف بالقدرات الأساسية مثل القدرة على تخيل الأوضاع الفراغية للأشياء في الفضاء والتذكر والتمكن من الاستقراء أو الاستنباط . وقد يكون هناك أيضاً قدرة عامة ضمنية للذكاء بالإضافة إلى هذه القدرات الأساسية وحيث تتباين القدرات الأولية لحد ما مستقلة عن بعضها ، فالأفراد الذين لهم نفس معدل الذكاء الكلى قد يختلفوا في الخليط من القدرات الأساسية الخاص بكل منهم . وبالرغم من أن معظم البحوث على الذكاء تكون شكل التقديرات المفردة المتحصل عليها من اختبارات الذكاء قد أمكن التأكيد على القدرات الأساسية في دراسات مستحدثة .

وأول ما يؤخذ في الاعتبار هو اختبارات الذكاء العامة . فقد حاول مصمموا اختبارات الذكاء أن يجعلوها مستقلة عن التأثيرات البيئية في مجتمع ما . وتفسيرات نتائج هذه الاختبارات على الأفراد في مجتمعات مختلفة تكون عالية التعقيد ، وحيث أن المجتمع

المختلف يتضمن على الأقل بيئة مختلفة ومن المحتمل أن يحوى أيضاً معدلاً وراثياً مختلفاً . ويمكن الإشارة إلى قسم ٧ - ٤ مناقشة التأثيرات المتداخلة للوراثة والبيئة في الجردان والتي يمكن قياسها حيث يمكن تحديد كلا من التراكيب الوراثية والبيئة بالنسبة لحيوانات التجارب . ولكن ليس هذا ممكناً بالنسبة للإنسان . ويبدو مستحيلاً حتى داخل المجموعة المتجانسة المناسبة أن يكون هناك تحرر كامل من التأثيرات غير الوراثية . ويحكم الذكاء الإنسان دائماً بالتنظيمات الحضارية ولذلك فقد يكون غير ممكناً الحصول على اختبارات بعيدة تماماً عن المؤثرات الحضارية . وللباحثين في هذا المجال هدف واحد هو استنباط الاختبارات العادلة « و الملائمة للحضارة » والتي تحد فيها التأثيرات الراجعة للاختلافات الحضارية على المجاميع داخل مجتمع ما . ويبدو واضحاً صعوبة التخلص مثلاً من العوامل الملاحظة كترغبة الآباء من الطبقة المتوسطة ، بدرجة أكبر من الطبقة ذات المستوى الاقتصادي المنخفض في العمل على رفع مستوى أطفالهم الفكري . وأنه من الواضح عند البحث عن اختبار خال من المؤثرات البيئية فإننا قد نجد ، ليس فقط المصادر البيئية للتباين ولكن أيضاً المصادر الوراثية .

جدول ١٢ - ١ : المتوسط الفرضي لعامل العلاقة بين الأشخاص قريبة وبعيدة العلاقة مراه معاً وبعيداً
حسابات اختبار الذكاء ومعامل التلازم لكل قسم

الأشخاص	قريبة متباينة	عدد الدراسات	مراه معاً	عدد الدراسات	معدل العلاقة r
متباينة	-0.01	4	0.23	5	0
أب وأبناء بالرضاعة			0.20	3	0
أبناء وأبناء			0.50	12	0.50
أخوة	0.40	2	0.48	35	0.50
زواج غير متوازنة					
متباينة الجنس			0.53	9	0.50
غير متباينة الجنس			0.53	11	0.50
زواج متوازنة	0.75	4	0.87	14	1.00

المصدر : أرتير - كيملنج - جارفك (Bremner-Kimling and Jarvik (١٩٦٣) .

وبالرغم من هذه الصعوبات فإنه أمكن الوصول إلى بعض الاستنتاجات . فقد قام إرتير - كيملنج وجارفك (١٩٦٣) بسرد البحوث على معامل الذكاء IQ وكذلك البعض الآخر من إختبارات الذكاء العامة وحساب معامل التلازم بين المجاميع المختلفة من الأفراد المرباة معاً دون قرابة والآباء بالرضاعة وأطفالهم والأخوة والتوائم وحيلة

الزيجوت (MZ) أو ثنائية الزيجوت (DZ) وأمكن أيضاً حساب معدلات العلاقة الموجودة بين مجاميع مختلفة من الأفراد متباعدة التربية وأفراد غير ذات علاقة وأخوة وتوائم صنوانية MZ . وقد جمعت البيانات من ٥٢ دراسة منفصلة ويوجد معامل التلازم المتحصل عليه للوسيط النسبي لكل مجموعة ذات علاقة في جدول ١٢ - ١ .

وقد علمنا من قسم ٦ - ٩ أن معدل القرابة يكون متمثلاً في معدل التباين للتأثير الوراثي المضيف (VA) للتباين المتصاحب *Covariance* بين الأقارب ويعكس المشاركة الجينية نتيجة لوجود أصل مشترك واحد . ومعاملات التلازم الملاحظة قريباً من معامل القرابة تعكس كفاءة تورثية قريبة من الوحدة إذا أمكن تحديد التعقيدات البيئية وإذا كان التباين السيادة ضئيل (عندما يكون) . ويوضح جدول ١٢ - ١ أنه كلما قربت درجة القرابة كلما ارتفع معامل التلازم في كلا من الفئات الرباه متباعدة أو مقاربة ، ويتضمن ذلك مكون ورثي مناسب . ومهما تكن المقارنة بين التربية المتباعدة والمقاربة فإنه يتضح وجود مكون يبقى حيث تحدث مقارنة للحالات الثلاث فإن معامل التلازم لتلك التي ترى معاً يكون أكبر عن تلك التي ترى متباعدة . وبالأخص فإن الاختلافات تكون واسعة بالنسبة للأفراد غير المقاربة والتي يتوقع أن يكون معامل التلازم صفر وبالنسبة للأفراد غير المقاربة الرباه معاً يكون معامل التلازم + ٠,٢٣ ، حيث يوضح هنا الرقم التأثير البيئي . ولذلك فإننا نستخلص أن الذكاء محكوم فيه وراثياً وبيئياً ولكن الوراثة تكون ذات أهمية أكبر وهذا هو الاستخلاص الذي أمكن التوصل إليه في قسم ٧ - ٣ و ٧ - ٤ حيث أخذ في الاعتبار دراسة بعض التوائم باستفاضة تامة . وأمكن الحصول على تلازم ورثي يبيى مقداره + ٠,٢٥ باستعمال طريقة تحليل كاتل *Cattell* المتعدد للتباين المجرد (MAVA) (قسم ٧ - ٤) موضحاً أهمية البيئة وهي أيضاً قريبة من قيم التلازم بين الذكاء والحالة الاجتماعية .

وقد قام جنكز وفولكر *Jinks and Fulker* بتحليل حساسي ورثي كامل لعدد من المجاميع ليان IQ معامل الذكاء ووجدت السيادة ذات أهمية بالنسبة لارتفاع معامل الذكاء ويدل ذلك على وجود انتخاب مباشر لرفع الذكاء أثناء التطور البشري . وبالأخص بتحليل حساب معاملات الذكاء بعدد ٣,٥٥٨ فرداً في دراسة تتضمن تحليل النسب بواسطة ريد *Reed* ورید *Red* (١٩٦٥) ، وذلك بالنسبة للتأخر الذهني يتضح وجود اتفاق مع افتراض السيادة (إيفز *Eaves* ١٩٧٣) وفي الحقيقة بافتراض واقعية وجود تلازم مقداره ٠,٣ بين الأزواج (تزاوج متناسق موجب) . وسيادة تامة فقد حسب إيفز *Eaves* التباين المضيف $VA = ٠,٤٣$ والتباين السائد $VD = ٠,٢١٥$.

والتباين البيئي $VE = ٠,١٨$ ، وأهمية التزاوج المتناسق قد نوقشت في قسم ٧ - ٥ . ومن الضروري أن نكرر هنا أن التحليل الحسائي الوراثي الحديث للذكاء أوضح أن التزاوج المتناسق يعد عامة هاما .

ولذ فإنه يمكن استخلاص أن معامل الذكاء IQ يكون تحت تحكم وراثي إلى حد بعيد . وليس مهما فقط وجود تأثير جيني مضيف ولكن سيادة موجهة للمعامل العالي للذكاء أيضا وزيادة على ذلك فإن قيمة التباين الوراثي المضيف تلبو متضخمة إذا لم يحسب مكون التزاوج المتناسق منفصلا . ويكون توزيع معامل الذكاء IQ في العشائر مستمرا ولذلك فإنه من المؤكد وجود تأثير العديد من الجينات وتحت العديد من الافتراضات المبسطة فإن العدد المحتمل من الجينات يمكن حسابه ويتراوح لإحصاء ذلك من ٢٢ جين إلى أعداد أكبر بمعدل ١٠٠ جين (جنكر وفولكر *Jinks and Folker* ١٩٧٠) . ولذا فإنه ليس هنالك شك من أن معامل الذكاء IQ تحت تأثير جيني متعدد ويجب أن يظهر كل مقومات الصفات التي تتأثر بالعديد من الجينات ، بالرغم من أن التأثير البيئي كبير عن ما هو موجود بالنسبة للصفات المظهرية . ومع ذلك فإن جينات مفردة معينة كذلك الخاصة بمرض الفينيل كيتونيوريا *Phenylketonuria* (قسم ٢ - ١) تؤدي إلى نقص محسوس في معامل الذكاء . ويتضح ذلك بالمثل في بعض الشلوذات الكروموسومية كما في أعراض دون المتراصة .

وقد أوضح بنروز *Penrose* (١٩٦٣) تأثير هذه الشلوذات المميزة على معامل الذكاء IQ وذلك باستعمال تقديرات الانحدار (قسم ٦ - ١٠) ففي مجموعة واحدة من الآباء بمتوسط ذكاء ١٧,١ أطفالهم بمعدل ذكاء IQ ١٠٩,١ وفي مجموعة أخرى من الآباء بمتوسط ذكاء ٨٦,٨ كان متوسط ذكاء أطفالهم ٩٢,٠ ومعامل الذكاء للأطفال يكون مقدرًا على حسب معدل الانحدار لمنتصف الطريق تجاه متوسط العشيرة فإذا كان تقدير معامل الذكاء كلية بالعوامل المضيفة فإنه من المتوقع أن يكون الانحدار لمتوسط الطريق إلى متوسط العشيرة ويتجاهل السيادة بالنسبة للأشقاء فإنه يتوقع نتيجة مشابهة وبالنسبة لغير الأشقاء وأبن الأخ أو الأخت بعيدى القرابة عن الأشقاء يتوقع أن يكون معامل الانحدار في ثلاثة أرباع الطريق تجاه المتوسط . وبالنسبة للأشخاص الذى يكون معامل ذكاؤهم ٥٠ أو أكثر تكون البيانات الملاحظة متوافقة جيداً (جدول ١٢ - ٢) .

وفي سجلات نسب الأفراد ذوى معامل ذكاء IQ أقل من ٥٠ يكون معدل ذكاء

جدول ١٢ - ٢ : متوسط معدل الذكاء للمرضى المتخلفين عقليا وأقاربهم

متوسط معدل الذكاء				
Rel				
الارتفاع على أساس	متوسط المرض	عدد الأزواج	طرق الملاحظة للمرضى	الانحراف المعياري
red للاختبار	معدل الذكاء			
82.9	84.9	101	الغرب	مرض عقلي
91.8	89.5	143	phew, niece	IQ ≥ 50
81.1	87.4	120	الغرب من الدرجة الأولى	مرض عقلي
83.3	95.1	90	ephew, niece	IQ < 50

المصدر: بيروز Penrose (١٩٦٣)

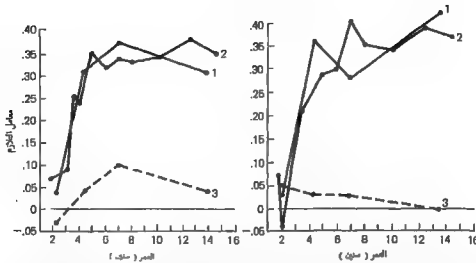
أقاربهم أعلى إلى حد بعيد عما هو متوقع على أساس افتراض الجين المضيف . وتفسير ذلك أن الأفراد المتأخرة عقليا لها معامل ذكاء منخفض لأنها أصيلة بالنسبة للجينات المتنحية الخاصة بالتأخر العقلي أو تكون هيتهم الكروموسومية شاذة . وفي حالات أخرى فإن طفرات جديدة (أساساً سائدة) أو أحداث ييئية مثل صدمات الولادة قد تكون مسؤولة . وفي كل الحالات فإن هذه الأحداث التي تكون متميزة ولكن نادرة تؤدي إلى تعطيل التأثير المضيف . ولذلك ففي حالة المعدل المنخفض جدا من معامل الذكاء IQ فإن جينات ذات تأثيراً كبيراً وشلوذات كروموسومية أو صدمات ييئية قد تلعب دورا بعكس معامل الذكاء IQ القريب جدا من المتوسط المتوقع ١٠٠ حيث يكون راجعا للتعدي الجيني كحالة طبيعية وقد أكدت هذه الخلاصة في دراسات أخرى مثل تلك الخاصة بـ **Roberts** (١٩٥٢) المبينة على أساس دراسة أشقاء الأفراد المتخلفين عقليا .

ويخضع حصر موضوع الذكاء هذا أساساً لاختبار معامل الذكاء حيث يبين بوضوح اشتراك كل من التأثيرات الوراثية والبيئية وحيث أن استنتاجنا يكون لحد ما مؤيدا لوجود دور كبير للوراثة في تقديرنا لمعامل الذكاء . فيبدوا من المناسب أن نقوم أيضاً يبحث مختلف الحالات التي قد يسود فيها تأثير ظروف ييئية معينة . وتمثل الأطفال المتنبهة قسما هاما . ودراسة **ارنيمير - كيملنج وجارفاك Erlenmeyer-Kimling and Jarvilk** (١٩٦٣) اعطت تلامزا وسطا ٠,٢٠ بين الآباء بالرضاعة أو التربية والأطفال . ويمكن مناقشة ذلك باعتباره ناتجا من (١) البيئة المشابهة للأب من الرضاعة والطفل ٢ واحتمال الانتخاب على الجزء الخاص بصفات التبنى التي تميل للتشابه بين

الآباء من الرضاعة والآباء الأساسيين أو البيولوجيين ويجب أن تبين التجربة الوراثية لدراسة الأطفال المتبنين بدون انتخاب مفتوح أو مختفى بالنسبة للوضع في بيوت معينة .
وبالرغم من هذه المشاكل يجب أن تؤخذ الدراسات على الأطفال المتبنين في الاعتبار .
ومن الفروض الواضحة بناء على ما تقوم به الوراثة تجاه معامل الذكاء فإن الأطفال المتبنين تكون أقل تشابهاً مع الآباء المتبنين عن تشابه الأطفال الموجودة في مجموعة المقارنة مع آبائهم البيولوجيين وبالنسبة لمجموعة من الأطفال المتبنين في منازل منسوتا (جدول ١٢ - ٣) يوجد انخفاض مستمر في متوسط معامل الذكاء انخفاض الحالة المهنية للآباء من الاحتراف إلى وظائف لا تحتاج نسبياً إلى مهارات . هذا النقص في معامل الذكاء يكون من ١١٣ إلى ١٠٨ الذي يكون لحد ما في مدى ضيق حتى لو أرجع إلى مجرد تأثير يثنى على نتائج الاختبار وبالنسبة لمجموعة المقارنة من الأطفال المرباه بواسطة آبائهم البيولوجيين ويوجد هنا أيضاً انخفاض في معامل الذكاء بالنسبة للموقف الوظيفي للأب .

ولكن المدى يصل في كبره ثلاثة أضعاف الحالة السابقة حيث يكون من ١١٩ إلى ١٠٢ ويظهر المدى الأخير تلازماً أكثر وضوحاً بالنسبة للموقف الوظيفي للأب عن حالة الأطفال المتبنين واستنتاجاً فإنه من الجدير أن يفترض أن الفروق الكبيرة بين حسابات الأطفال الأصليين مقارنة بالأطفال بالتبني ترجع إلى حقيقة أن الأطفال الأصليين تتشابه مع آبائهم أكثر مما يحدث بالنسبة للأطفال المتبنين لأنهم ورثوا جينات الآباء .

وقد أمكن القيام بتحليل خاص دقيق بواسطة سكوداك وسكيلز *Skodak and Skeels* (١٩٤٩) بالنسبة للتشابه بين الأطفال والآباء في الذكاء أثناء نمو الطفل . وآداء مجموعة الأطفال المتبنين أثناء الأشهر الأولى من الحياة أمكن قياسها وكذلك أمكن إيجاد التلازم بينها وبين مستوى التعلم بالنسبة للأمهات الأصليين والآباء وكذلك للأمهات والآباء المتبنين (شكل ١٢ - ١) . وللمقارنة فإن البيانات متاحة من دراسات أخرى على التلازم بالنسبة لمعامل الذكاء للأطفال وآبائهم الأصليين الذين ربوا في منازلهم (هونزك *Honzik* ١٩٥٧) وإلى ما يربوا لعمر سنتين فإن هناك تلازماً ضئيلاً بين أداء الأطفال ونوعية التعليم لأى من الأب الطبيعي والأب المتبنى وذلك بصرف النظر عما إذا كان الطفل قد رعى لدى والديه أو الآباء المتبنين ومهما يكن فإنه بزيادة العمر فإنه سوف يحدث ارتفاع قوى في التلازم بين معامل الذكاء للطفل وبين آباءه بصرف النظر إذا رعى بواسطة والديه أو آباءه بالتبني . ويصل هذا التلازم إلى ٠,٣ بعد ٤ سنوات ويزداد قليلاً بعد ذلك . وبالعكس تماماً لوحظ الانخفاض في التلازم بين الأطفال والآباء المتبنين .



شكل ١٢ - ١ : العلاقة معامل الذكاء بين الآباء والأطفال . معامل التلازم بين تعلم الآباء الحقيقيين والمتبينين ومعامل ذكاء الأطفال بالنسبة لعمر الطفل يسار التلازم في معامل الذكاء للطفل وتعليم الأب . والفلاحة رسوم لكل لوحة تكون (١) طفل ترى بوالديه والأب الفحل (٢) الطفل المتبنى وغير مرئ بالأب الأصل (٣) طفل متبنى والأب المتبنى . (رسم ١ بيانات عن هونزليك ١٩٥٧ . رسم ٢ و ٣ بيانات عن سكوداك سكيل ١٩٤٩) .

من غير ذوى القربة . وعلى ذلك فدراسة الأطفال المتبناه والتي ربما تظهر مكونا بيئيا ضئيلا في تعين الذكاء أظهرت بوضوح الأهمية القصوى للتأثير الوراثي .

١٢ - ٢ معامل الذكاء - حجم العائلة والطبقة الاجتماعية

سوف نأخذ في الاعتبار العلاقة بين معامل الذكاء وحجم العائلة . ودراسات العائلة العديدة أوضحت بجلاء تلازم سالباً ثابتاً بين الذكاء وحجم العائلة . وقد وجد أن معامل التلازم يقع ما بين ٠,٢٠ و ٠,٣٠٠ . وبالمثل فقد يحدث تلازم سالب ما بين ترتيب الميلاد ومعامل الذكاء وذلك من بيانات كشوف التجنيد الهولندية (بلمونت ومارولا Belmont and Marolla ١٩٧٣) . ويمثل جدول ١٢ - ٤ بيانات على أساس دراسة معامل الذكاء وحجم العائلة بالنسبة للمدرسة ولاية منسوتا ومعهد ديت لوراة الإنسان (انظر ماكسويل Maxwell ١٩٦٩ لمناقشة البيانات الاسكتلندية التي تظهر تماثلاً في النتائج) فإذا اقتصرنا الدراسة على طبقات اجتماعية معينة نلاحظ يحدث ثانية تلازماً أصغر ولكن يظل سالباً . ومن تلك النتائج فإنه يمكن التنبؤ بأن متوسط معامل الذكاء للعشرة يجب أن يبدى هبوطاً من نقطتين إلى أربعة لكل جيل . ومهما يكن فإن هذا لا يحدث وبالطبع فإن هناك ميلاً طفيفاً للعكس . وتفسير ذلك يرجع إلى علم ذكر كثير من العائلات التي ليس لها أطفال . ولذا فإن كثيراً من الدراسات متحيزة حيث أهملت

كل من عدم الخصوبة واحتمال عدم الزواج . حيث أوضح هيجنز وريدوريد Higgins, reed and Reed (١٩٦٢) .

جدول ١٢ - ٣ : متوسط معامل الذكاء للأطفال المتباعد والأصيلين بالنسبة لوظيفة الأب

وظيفة الأب	الأطفال المتباعد		الأطفال الأصليون	
	العدد	معامل الذكاء	العدد	معامل الذكاء
معلمين	43	112.6	40	118.6
رجال أعمال وشؤون	38	111.6	42	117.6
مهندسين وكاتبين	44	110.6	43	108.9
فصل ماهر	46	109.4	46	101.1
نسبياً غير ماهر	24	107.8	23	102.1

Source: Stern (1973).

أن ما يزيد عن ٣٠ في المائة من الأشخاص التي يكون معامل ذكائهم ٧٠ أو أقل ليس لديهم أطفال بالمقارنة بنسبة ١٠٪ من هؤلاء الذي يتراوح معامل ذكائهم من ١٠١ إلى ١١٠ فقط ٣ - ٤ في المائة من هؤلاء الذين يزيد فهم معامل الذكاء عن ١٣١ (شكل ١٢ - ٢) . ويتعكس هذا بشده مع البيانات في جدول ١٢ - ٤ وبطريقة أخرى يعرض (جدول ١٢ - ٥) معدل التكاثر للأشقاء siblings في العائلة مشتملة على الاخوة الغير متزوجين حيث يكون منخفضا لقيمة معامل الذكاء الذي يصل إلى أقل من ٥٥ ويزداد بشتات إلى حوالي ٣ أطفال لقيمة معامل الذكاء ١٣١ أو أزيد . وعلى أساس مثل هذه البيانات أثبت هيجنز ، ريدوريد Higgins, Reed and Reed أن مستوى معامل الذكاء لكل العشيرة يجب أن يثبت مستقرا نسبيا من جيل إلى آخر وبالتأكيد يجب أن لا يهبط إلى أى درجة ويختفى التلازم السالب عندما يؤخذ في الاعتبار أخذ عينات أكثر اكتمالا . وتظهر هذه النتائج الصعوبات المستمرة في تناول بيانات الإنسان والمشكلة الملحة هو في التكوين السليم للعينة المستعملة .

وفي الواقع فإن هناك كثير من العوامل تؤثر على معامل الذكاء والتي تتميز بالدقة في ميكانيكيتها التي لم يمكن فهمها حتى الآن والأمر الذي له علاقة بمعامل الذكاء IQ هو النقص المقنن في معامل ذكاء التوائم الثنائية بحوالى خمس نقاط والثلاثية بحوالى تسعة نقاط بالمقارنة بمالات ميلاد الطفل الواحد . ومن المعلوم أن التوائم تكون ناقصة الوزن عند الميلاد ونسبة وفياتها عالية في الفترة حول الميلاد ومن ثم فإن التأثير على معامل الذكاء يمكن أن يرجع إلى إصابة قبل الميلاد ولكن التوائم التي تعيش بعد موت التوائم المصاحبة لها في فترة حول الميلاد يكون معامل ذكائها عاديا مما يعارض ما سبق ، ولذا يقترح بأن

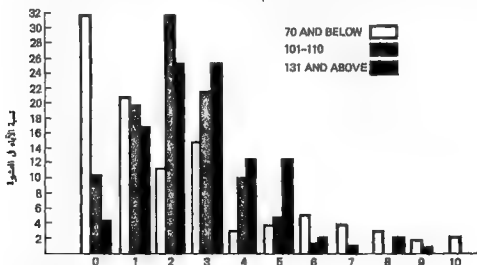
انخفاض معامل الذكاء يرجع إلى عوامل تالية للولادة . وقد يتلازم ذلك مع تعذر اجتناب تقليل رعاية الآباء التي تعطى لكل توأم أو إلى عوامل نفسية معقدة تنشأ إلى حد ما من الحياة غير العادية للتوائم وبالأخص إذا كانت صنوانية . ومهما يكن التفسير فإن فهمنا للوراثة والبيئة في التحكم في معامل الذكاء IQ سوف يساعد بدراسات متعمقة لهذا الطراز .

جدول ١٢ - ٤ : العلاقة ما بين حجم العائلة ومعامل الذكاء IQ في الأطفال

حجم العائلة (الأطفال في العائلة)	معامل الذكاء للأطفال	مجموع أعداد الأطفال للتوزيع
1	106.37 \pm 1.39	141
2	109.56 \pm 0.53	583
3	106.76 \pm 0.58	606
4	108.95 \pm 0.73	320
5	105.72 \pm 1.15	191
6	99.16 \pm 2.17	82
7	83.00 \pm 3.34	98
8	83.80 \pm 4.13	25
9	89.89 \pm 2.94	37
10	62.00 \pm 7.55	15

المصدر : بيانات من هيجنز - ريدريد (١٩٦٢) Higgins, Reed and Reed .

وقليل من البحوث تناولت الحركية الاجتماعية (وولر Waller ١٩٧١ وجسون وماسيكي وتابلور Mascie and Taylor ١٩٧٣) وعلاقة ذلك بالتعارض بين الذكاء العام للأنباء الذكور والطبقة الاجتماعية التي ولد فيها . وقد اشتملت دراسة وولر Waller (١٩٧١) على ١٧٣ ذكراً . ومن آبائهم ١٣١ والذين يمثلون عشرة بيضاء من غير



معدل الأطفال في العائلة

شكل ١٢ - ٢ : حجم العائلة ومعامل الذكاء توزيع حجم العائلة بالنسبة لمعامل ذكاء الآباء لثلاثة مجاميع من معامل الذكاء ٧٠ وأول ومن ١٠١ إلى ١١٠ وذلك من ١٣١ وأعلى مقاسة بالنسبة الخوية .
من هيجنز وريدريد ١٩٦٢ Higgins and Reed .

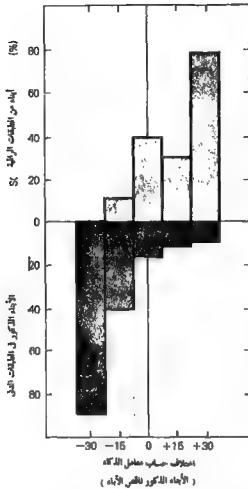
جدول ١٢ - ٥ : العلاقة ما بين معامل الذكاء IQ ومعامل الإنتاج لجميع الأقارب بما في ذلك الأخوة الأخوات الغير متزوجين .

عدد الأبناء	الوسط المعنى للأبناء	المعنى لمعامل الذكاء IQ
29	1.38 ± 0.54	0-55
74	2.46 ± 0.31	56-70
208	2.39 ± 0.19	71-85
583	2.16 ± 0.06	86-100
778	2.26 ± 0.05	101-115
269	2.45 ± 0.09	116-130
25	2.96 ± 0.34	131 and above

المصدر : بيانات هيجنز وريدموند (١٩٦٢) Higgins, Reed and Reed .

الفلاحين بولاية منسوتا . وقد قسمت العشيرة إلى خمسة طبقات اجتماعية حيث يتراوح معدل معامل الذكاء من < ١٢ للطبقة الاجتماعية العالية إلى ٨١ للأدنى . وقد أبدت نتائج وولر Waller علاقة الحركة الاجتماعية وعلاقة ذلك بالتعارض بين حالة الذكاء العام للأبناء الذكور والتي قيست بمعامل الذكاء IQ والطبقة الاجتماعية التي يولتوا فيها . ويوضح شكل ١٢ - ٣ العلاقة بين نسبة الارتفاع والانخفاض للأبناء عن المستوى الاجتماعي لطبقة الآباء والاختلافات بين الآباء والأبناء الذكور في معامل الذكاء . وتزيد الاختلافات في معامل الذكاء (تكتب على شكل: قيمة الأب - قيمة الأم) مع زيادة الحركة الاجتماعية وفي الواقع وحسب الاختلافات في معامل الذكاء IQ لثلاثين أو أكثر فإن قابلية الانتقال أو الحركة الاجتماعية تكون في منطقة نسبة ٨٠٪ . ولذلك فالاختلافات في القدرة والتي من الأدلة الواردة يجب أن يكون لها محتوى وراثيا واضحا تعطى موقفا يقود إلى حركية واضحة بين الطبقات وهذه الطريقة فإن الطبقات في المجتمع المفتوح تمنع من التجمد في طوائف منعقدة على نفسها .

وقد أخذ جيسون وماسكي تايلور (١٩٧٣) Gibson and Masckie Taylor في الاعتبار دراسة علماء الجامعة وآبائهم . ومرة ثانية فإن الاختلافات في معامل الذكاء IQ بين الآباء والأبناء الذكور تتلازم مع قابلية التحرك للأبناء على درجات السلم الاقتصادي الاجتماعي لوظيفة الأب . ونوقش أنه في حالة ما إذا كان معامل الذكاء IQ يتلازم مع قابلية التحرك الاجتماعي ولهما كفاءة توريثية معنوية فإن القابلية للتحرك الاجتماعي سوف تقود إلى علم الاعباطية في انتقال الجينات من طبقة إلى أخرى . ومن المتوقع أن تتباين الطبقات الاجتماعية وراثيا إلى حد ما (ثوداي وجيسون Thoday and Gibson ١٩٧٠) . وهذا لا يستبعد طبعاً الاختلافات المضافة بالنسبة للبيئة مشتملة على الثقافة



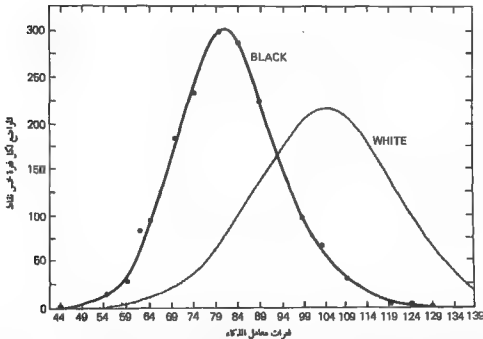
شكل ١٢ - ٤ : العلاقة ما بين معامل الذكاء والحالة الاجتماعية . نسبة الأبناء التي تنتمي بين الطبقات الأعلى والأقل عن طبقة الآباء الاجتماعية وذلك باختلافات في حساب معامل الذكاء . لاحظ أن النسب تزداد بزيادة الاختلافات في معامل الذكاء .
(عن دولر Waller ١٩٧١) .

ما إلى ذلك . وتعتمد الخلاصة على افتراض أن العلاقة بين الشكل الظاهري لمعامل الذكاء IQ والقابلية للتحرك الاجتماعي يتضمن بعض العلاقة المؤكدة بين التركيب الوراثي لمعامل الذكاء والقابلية للتحرك في المجتمع .

١٢ - ٣ . التباينات في معامل الذكاء IQ بين البيض والسود

أحد الملاحظات لملاي التباين في معامل الذكاء IQ التي تناقش حالياً هو المحافظة عليه جزئياً عن طريق قابلية التحرك بين الطبقات المهنية ولحد ما على أساس الانتخاب لمعامل ذكاء أعلى بالنسبة للطبقات المهنية العليا . ففي الولايات المتحدة يتمتع السود والبيض بمعدلات لا تقارن للقابلية للتحرك فلون البشرة عائق يؤثر في القابلية للتحرك بين السلالات البشرية . ودعنا هنا نتفحص معامل الذكاء للسود والبيض . ففي شمال أمريكا كان

متوسط العينات لمعامل الذكاء للسود حوالى ٨٥ بينما متوسط معامل الذكاء للبيض حوالى ١٠٠ وقد أعطت كثير من الدراسات نتائج بهذه الطبيعة أو الكيفية . والبيانات المتحصل عليها من إحدى هذه الدراسات على أساس اختبار معامل الذكاء على ١,٨٠٠ من أطفال المدارس الابتدائية (كندى ، وفان دريت وكذلك ووايت Kennedy, Van De Riet, and White ١٩٦٣) فى جنوب الولايات المتحدة وموضحة بالشكل ١٢ - ٤ . وقد قورن التوزيع بعينة من ٨٣٧ فردا من العشيرة البيضاء بالولايات المتحدة وفى هذه الحالة فإن متوسط الاختلاف لمعامل الذكاء هو ٢١,١ والذى يعتبر متطرفا حيث تتراوح معظم الاختلافات من ١٠ إلى ٢٠ . وحتى هذا فإن هناك تداخلا إلى حد ما يؤخذ فى الاعتبار بين التوزيعين حيث أن نسبة ٩٥,٥ من السود ينخفض معامل ذكاؤهم عن متوسط معامل الذكاء للبيض الذى يصل إلى ١٠١,٨ ونسبة ١,٨٪ من السود مقارنة بنسبة ٢٪ من البيض لهم معامل ذكاء أقل من ٧٠ . واختلاف معامل الذكاء يكون عادة أقل من شمال الولايات عن جنوبها ومن الواضح أن هناك عوامل عديدة مشتركة غير ملموسة . ومهما يكن فإن النظرة الكمية بأن السود لهم متوسط معامل ذكاء أقل من البيض هي عموما نتيجة متكررة .



شكل ١٢ - ٤ : معامل الذكاء للسود والبيض بالولايات المتحدة - وقد أعطت القيم للسود من ١,٨٠٠ من أطفال المدارس الابتدائية - وعكس القيم للبيض عنه قياسية لعشيرة بيضاء (عن كندى - فان دريت ووايت ١٩٦٣) (Kennedy, Van De Riet and White)

ويظهر شكل ١٢ - ٤ بوضوح أن الاختلافات بين الأفراد في معامل الذكاء داخل أى سلالة تزيد بكثير عن الاختلافات بين السلالات . وتوزيع البيض مهما يكن أكثر انتشارا حيث أن الانحراف القياسي للسود يكون أقل بنسبة ٢٥ ٪ . (١٢,٤ للسود بالمقارنة مع ١٦,٤ للبيض) . هذه هى الصفات الملاحظة من عدد من دراسات معامل الذكاء . ومع ذلك لا يوجد هناك انكار أن متوسط معامل الذكاء للسود والبيض مختلف ولكن هل يمكن تفسير ذلك وراثيا ؟ وقد أصر بعض الكتاب أن الإجابة بنعم .

ومن مناقشات جنسن Jensen (١٩٧٢ صفحة) وآخرين أن العديد من الأدلة الناتجة تجعلنا لا نفتقر إلى المنطق عندما نفترض أن العوامل الوراثية تشارك بشدة في اختلاف مستوى الذكاء بين السود والبيض . وكما يعتقد جنسن Jensen (١٩٧٣) أنه ما بين النصف والثلاثة أرباع من قيمة اختلاف مستوى معامل الذكاء بين سود الولايات المتحدة والبيض مرجعه إلى عوامل وراثية . ويرجع الباقي إلى عوامل بيئية وتداخلها مع العوامل الوراثية . وهناك بعض التذعيم الوجهة نظر جنسن Jensen ولكن لا يدعو للدهشة أن مناقشات أخرى تعتبر الاختلافات بيئية لحد كبير (بيتى جرو Pettigrew ١٩٧١ . وكذلك بودمر Bodmer وكافلى سفورزا Cavalli-Sforza ١٩٧٠ و ١٩٧٦) .

وكما اتضح لنا أن الطبقة المهنية في البيض تتميز بالمحافظة على القابلية للتحرك الاجتماعى بين الطبقات ولا توجد مقارنة مباشرة مهما يكن بين متوسط الاختلاف في معامل الذكاء بين البيض والسود لتأثير لون البشرة كإعنع للتحرك بين الطبقات . فما هو إذن الوضع البيئى للسود والبيض ؟ فالسود الأعظم من السود في الولايات المتحدة يكون أقل في التأثير والكفاءة عموما عما في مدارس البيض ولذا فإن عدد مساو من السنين في المدرسة لا يعنى التساوى في تحقيق مستوى واحد من التعلم . وقد لاحظ عددا من المدرسين نمو الطفل أن هناك نشاطا مبكرا في النمو للأطفال السود وبالأخص بالنسبة للسلوك الحركى واعتبار ذلك تأثيرا بيئيا بعد أمرا صعبا كما يرى جنسن Jensen (١٩٧٢) حيث ثبت أنه موجود في أطفال عمر ٩ ساعات . وهذا التكبير السلوكى يتوازى مع الدلائل الفسيولوجية للنمو مثل نمو العظام وكذلك الموجات العقلية . ولكن بعد ذلك بعدة سنين يحدث التأخير بالنسبة للسود (انظر كولمان وآخرين Colman et al ١٩٦٦) وبالمثل فإن معدل الاختلاف في البيئة المدرسية للسود والبيض يوجد كذلك بالنسبة للمنزل ، وفي هذا فإن السود غالبا ما يقطنون في مناطق منخفضة في مستوى

المعيشة . وقد يكون للتأثير المبكر للبيئة المنزلية أهمية حقيقية بالنسبة للنمو الفكرى . وأظهرت بعض البيانات بوضوح التأثيرات الضارة للاحاساس القاسى بالحرمان المبكر فى الحياة (انظر بيتى جرو . Pettigrew ١٩٧١ ، وما يلى) .

فى حصر داخل الولايات المتحدة ككل حدد كولمان وآخرون (Coman et al ١٩٦٦) تباينات بيئية عديدة ودلائل اقتصادية للمجتمع والتى يعتقد عموماً بأنها المصلر الكبير فى التأثير البيئى لتحديد الاختلافات بين الأفراد والمجاميع مستوى الأداء المدرسى . وتشتمل أيضاً على عوامل منها المادة المقروءة منزلياً واللغة الأجنبية المستعملة والمتع الثقافية المتاحة والتركيب السليم فى المنزل ومرحلة روضة الأطفال ، المستوى والتركيب السليم فى المنزل ومرحلة روضة الأطفال ، المستوى التعليمى للآباء والرغبة الخاصة بالآباء بالنسبة لتعليم الأطفال واهتمام الآباء بالواجبات المدرسية للطفل والوقت الذى ينقضى فى عمل الواجبات المنزلية والمفهوم الخاص بالطفل (الاحترام الذاتى) . وقد وجد كولمان وآخرون (Coleman et al) أن هذه العوامل تتلازم فى الاتجاه المتوقع بالنسبة للأداء المدرسى داخل كل مجموعة سكانية مدروسة . ولكن المقارنات بين المجاميع اوضحت أن التأثير البيئى الضار يكون فى مجموعة الهنود الأمريكيين حيث تكون القيم المسجلة أقل فى كل البيئات الموجودة عن السود . وكما هو متوقع فإن البيض هم الأعلى . ومهما يكن فإن حساب المقدرة والانجاز للهنود الأمريكيين يزيد ذلك للسود بالنسبة للذكاء الغير لفظى والذكاء اللفظى وفهم المادة المقررة وكذلك الانجازات الحسائية . ومن الصعب أن نفسر هذه النتيجة وراثياً أو بيئياً . والطريقة الوحيدة الصحيحة لتفسير النتائج بهذه الكيفية هى اختبار سلالات مختلفة فى ظروف موحدة ومثل هذه البيانات غير متاحة . وبالرغم من سطحية التطابق البيئى التى قد تنشأ من وجود أطفال سود فى بيوت البيض والعكس ، وحتى فى هذه الحالة (لاحتمال التحيز والاحجاف) فإن هذه البيانات لا يمكن أن تعتبر متطابقة .

وبالرغم من صعوبة تفسير هذه البيانات ، فإن هناك دراسة حديثة لاختبار تأدية معامل الذكاء للأطفال السود المتبناه بالعائلات البيض . فقد درس سكار واينبرج (Scarr and Weinberg ١٩٧٦) ١٣٠ طفلاً من الملونين السود (وينتجون من تزاوج السود مع سلالات أخرى) والمتبنين بعائلات بيضاء متميزة ، تتصف بالتعلم العالى وفوق المعدل بالنسبة للحالة الوظيفية والدخل . وقد قسم هؤلاء المتبنين اجتماعياً بالنسبة لتعلم آباءهم الأساسيين ومجموعتهم السبلالية الدقيقة . وهؤلاء المتبنون المقسمون اجتماعياً والذى يكون آباءهم الأصليون مستواهم التعليمى فى المتوسط ، أظهروا معامل الذكاء ومتوسط

الانحياز المدمرسى أفضل مما للعشيرة البيضاء حيث كان متوسط IQ ١٠٦ ، بينما في الأطفال المتنبه في السنة الأولى من عمرهم يصل معدل الذكاء ١١١ والذي يعتبر مستوى أعلى . وتمثل القيمة ١٠٦ زيادة في الانحراف القياسي فوق معدل الذكاء في ٩٠ طفلا أسود مربين في منازلهم في المنطقة الوسطى الشمالية للولايات المتحدة ، وهي التي جرت فيها الدراسة . ومع ذلك فحساب معامل الذكاء للأطفال البيولوجيين هؤلاء الآباء المتنبه يكون أكثر قيمة وهذه نتيجة معقولة حيث أن حسابات معامل الذكاء للآباء تصل إلى ١٢٠ . ولكن حسابات المعدل العالي للذكاء للأطفال السود المقسمين اجتماعيا والمتنبهين تكشف عن إمكانية التشكيل لمعامل الذكاء بالنسبة للمتغيرات في التربية فقد تكون أكثر من ٢٠ نقطة .

وباعتبار الإسهام النسبي للوراثة والبيئة في معامل الذكاء ، يمكن أن يقال أن اختلافات معامل الذكاء بين أطفال الملونين السود المتنبه يرجع إلى المتغيرات الخاصة بموضع التبنى وسلوكيات العائلات المتنبه والخلفية الوراثية . وبسبب اختلاط الأمر بالنسبة للاختلافات الاجتماعية والبيولوجية فإنه يكون من الصعوبة عمل مقارنة واضحة ، وقد اقترح سكار واينبرج Scar and Weinberg (١٩٧٦) أن خلط الاختلافات الاجتماعية والوراثية يكون شائعا في العائلات . وقد تقدما باقتراح أن التلازمات الوراثية - البيئية هي القاعدة وأنها مسؤولة عن جزء لا يستهان به من التباين في معامل الذكاء في العشيرة العامة بالفعل هذا ما اقترح باستعمال طريقة كاتل MAVA التي نوقشت بقسم ٧ - ٥ وبيانات التوائم لويلسن Wilson في قسم ٧ - ٤ والمناقشات المتقدمة في هذا الفصل) .

ودور السود قد ناقشه بيتيجروو Pettigrew (١٩٧١) حيث علق على أن السود لا يتوقع أن يكونوا أذكاء ولذا يتوقع فشلهم وسوف يؤدي ذلك إلى نقص في الثقة بالنفس ونقص في الاهتمام بالتعلم . وكذلك نقص في التقدم . وزيادة على ذلك فقد وجد بيتي جرو Pettigrew أن السود يعطوا إجابات صحيحة للغاية عندما يقوم باختبارهم بالسود عن اختبارهم بالبيض وذلك لاختبارات معينة تدخل في الذكاء وعامل آخر محتمل هو التغذية . فقد استشهد بيتي جرو Pettigrew بدراسة هارل ووديلارد جيتس Harrell, woodyard and gates (١٩٥٦) والتي فيها أن المستوى الغذائي أثناء النصف الأخير من الحمل له تأثير مفيد مباشر في حسابات معامل الذكاء بالنسبة للأطفال فيما بعد . وفي الواقع فدراسة ملك كاي وآخرين McKay et al (١٩٧٨) على سوء التغذية المزمن بالنسبة للأطفال في عائلات من كولومبيا تحت تربية منخفضة الحالة

الاقتصادية الاجتماعية أوضحت أن المعالجة الغذائية والصحية والتعليمية ما بين ٣,٥ إلى ٧ سنوات من العمر يمكن أن تمنع فقد كبير في القدرة الادارية ويبدو ذلك بتأثيرات كبيرة مؤكدة بالنسبة للبدء المبكر للمعالجة . وعند انتقال مجموعة من بيئة مقيدة إلى بيئة حافزة فإنه يتوقع التحسين في متوسط معدل الذكاء (كما يتضح من تجارب كوبر وزوبك Cooper and Zubek's ١٩٥٨ على الجرزان - قسم ٧ - ٤) . وربما تأتي معظم الأدلة المثيرة من قبيلة الأوساج Osage الهندية . وتقع هذه المجموعة أرض اكتشف فيها البترول مما أدى إلى مستوى عال من المعيشة عن باقي الهنود . وفي اختبارات الأداء واللغة فقد اتضح أنهم متفوقين بالمقارنة بمستوى البيض بالمنطقة . وقد سجلت زيادة مشابهة بالنسبة لمعامل الذكاء بين البيض في منطقة الجبال في شرق تنسي Tennessee ما بين سنة ١٩٣٠ و ١٩٤٠ . وهذه هي الفترة التي حدث تقدم اقتصادي واجتماعي وتعليمي في أثنائها وزاد فيها معامل الذكاء من ٨٣ إلى ٩٣ . وهذه الزيادة الواسعة عموما في معامل الذكاء تتوافق بوضوح مع دراسات التبنى لسكار واينبرج Scarr and Weinberg (١٩٧٦) التي نوقشت سابقا .

ولكل هذه الأسباب فإننا نجد أنه من الصعب توافق استنتاجات جنسن Jensen ولا نعتبرها من الممكن أن تثبت الفرض القائل بأن الاختلاف في معامل الذكاء بين السود والبيض يرجع في معظمه إلى أسباب وراثية . ومناقشات جنسن Jensen تفتقر كفاءة تورينيه عالية لمعامل الذكاء في عشائر البيض ولكن لا يمكن تعميم الكفاءة التورينية بين العشائر أو حتى بين البيئات (انظر فصل ٦ بالنسبة للمزيد عن كفاءة التورين) . ومن الناحية الأخرى فلا يمكن اعتبار أنه من غير الممكن إثبات فروضة ، حيث لم يتمس بعد الموقف التجريبي المحتاج للاثبات فمشكلة التصميم التجريبي تلازم العمل على نوعنا الخاص فإذا حدث خلاف من هذا الطراز في معامل القوارض كمثل لكان من الممكن حله من زمن بعيد لأن التراكيب الوراثية يمكن أن تكرر وأن تتحكم في البيئة . وعموما من الجدير العمل على زيادة معلوماتنا بالنسبة للعوامل الوراثية والبيئية التي تتحكم في معامل الذكاء .

وأخيرا كيف تختلف السلالات وراثيا ؟ والتعريفات الكمية للسلالة التي وردت في قسم ٥ - ٣ ، تؤكد أن السلالة تتصف باختلاف تكرار الجينات كميًا عن السلالة الأخرى . وعلى أساس ٢٥ موقع خاص بمجموع الدم ومعلومات وراثية أخرى ، وقد أوضح بودمر وكافلي - سفورزا (١٩٧٦) أن الاختلافات الوراثية بين المجموع السلالية هي بالتأكيد صغيرة بالمقارنة بتلك الموجودة داخل المجموع (انظر أيضا لوتنن

Lewontin (١٩٧٢) وذلك مثل الاختلافات الصغيرة في معامل الذكاء IQ بين المجاميع بالمقارنة بتلك الاختلافات داخل المجاميع . وباستعمال معلمات وراثية منفصلة فإنه يبدو أن الاختلافات بين الأفريقيين والشرقيين أكثر قليلا من الفروق بين الأفريقيين والقوقازيين أو بين القوقازيين والشرقيين ، ويعتبر القوقازيون وسطا بين المجموعتين (انظر يودمر وكافلي سفورزا ١٩٧٦ للمناقشة الممتازة للاختلافات السلافية) . وحتى بصرف النظر عن السلالة في خلال التاريخ التطوري للإنسان عمل بحكم الانتخاب الطبيعي على زيادة الذكاء . والأدلة على الانتخاب المباشر في اتجاه معامل الذكاء العالى قد ذكرت فعلا في هذا الفصل . فإذا كانت حدود الانتخاب قد أقرب منها في كل مجاميع الإنسان ، كما هو المحتمل من مرور عدد كاف من الأجيال التى يجرى على مداها الانتخاب ، وبالتالي فإن حدودا متماثلة للانتخاب في السلالات المختلفة تكون محتملة لصفة كعامل الذكاء ، حيث من الواضح أنها تحت تحكم ٢٢ أو أكثر من الجينات (جنكر وفولكر Jinks and Fulker ١٩٧٠) وعلى الجانب الآخر يمكن أن نقاش أن هناك بعض الاختلافات في الاحساس والإدراك الحسى والعمليات الحركية بين السلالات والمتعلقة ببيئات هذه السلالات ومساكنها . والدراسات في هذا المجال كما هو موضح في قسم ١٢ - ٦ ، قليلة للدرجة تجعل الاستخلاصات المحددة لا تكون ممكنة ، وبالرغم من ذلك فإن الاختلافات السلافية تكون معروفة بالنسبة لمثل هذه السلالات . وأحسن خلاصة لهذه المناقشات هى التعليقات التى وضعها جورج جايلورد سمبسون George Gaylord Simpson (١٩٦٩) :

هناك أسباب بيولوجية لماذا لا تكون هناك اختلافات سلافية مؤكدة في الذكاء ، ولماذا لا يمكن أن تكون متوقعة ففى الأنواع متعددة الطرز السلالات تلام مختلف البيئات المحلية ولكن النوع عموما يحدث ملائمة مفيدة لكل سلالاته وتنتشر هذه الملائمة بينهم جميعا تحت تأثير الانتخاب الطبيعي وكذلك بالتزاوج بين السلالات . وعند تطور السلالات البشرية فإنه يكون من المؤكد أن الزيادة في المقدرة العقلية تكون مفضلة لجميع السلالات . ولذا فإنها يميل إلى أن تنتشر عبر خلال الأجيال في درجات متساوية تقريبا وتختلف سلالة بلا حدود بالنسبة لسلالة أخرى في الألقمة الوراثية الكلية يقتضى عزلا وراثيا لعدد كبير جدا من الأجيال وفى الحقيقة يجب أن يصيروا نوعين متباعدين ، ولكن السلالات البشرية تعتبر أجزاء متداخلة من نوع واحد .

١٢ - ٤ القدرات العقلية الأولية

المدخل الأوضح للقدرات العقلية والتى تقاس بمعامل الذكاء بأق من عمل

اختبارات تصميم لقياس عدد من القدرات المنفصلة (فاندنبرج **Vandenberg** ١٩٦٧) . ومن هذه البطاريات اختبارات شيكاغو الأولية للقدرات العقلية التي صممت بواسطة ثورستون وثورستون (١٩٤١) والتي استعملت في العديد من حالات الحصر . ويمثل جدول ١٢ - ٦ تصنيف النتائج لأربعة من الدراسات الخاصة بالقدرات الخاصة وبالمسافة والعدد والاستدلال ، وفصاحة الألفاظ وكذلك معدلات التذكر . والدراسات الأربعة تتوافق مع وجود المكونات الوراثية كما حددت . لحسابات الإحصائية لقيمة H للقدر اللغوية وفصاحة الكلام . ويوجد أيضاً توافق تام للمكون الوراثي لحسابات الفراغية (القدرة على التعامل مع أشكال ذات اثنين وثلاثة أبعاد) . ووجدت معنوية أقل للعوامل الوراثية في حالة معدلات التذكر وبالنسبة للحسنيين الباقيين فإن الدراسة الإنجليزية (بلوت **Blewett** ١٩٥٤) لا تتوافق مع الدراسات الأمريكية « حساب القدرة العددية أساساً على اختبارات حسابية غاية في البساطة » . وبالنسبة للدراسة الإنجليزية لا يوجد أى دليل على عوامل وراثية بينا الدراسات الثلاثة الأخرى (أمريكية) اقترحت عوامل وراثية . فبالنسبة لقياس استدلال فإنه يحدث العكس فعلاً . كما أعطى بلوت **Blewett** الدليل على مكونات وراثية بينا لا تعطى ذلك الثلاثة دراسات الأمريكية . وقد علق فاندنبرج **Vandenberg** (١٩٦٧) على أن تفسير هذه النتائج يحتاج إلى احتياط وذلك للاختلافات بين النماذج في الخبرة الاجتماعية الاقتصادية أو التمرينات التعليمية ولأجل أسباب أبسط مثل الاختلافات في حجم العينة أو طرق الإجراءات المختلفة . ورغم ذلك ، فعلى أساس البيانات المتجمعة قد اقترح اختلاف ورأى مؤكداً على الأقل لقدرات الأعداد واللفظ والمسافة وتسجيلات فصاحة الكلام وقد أوضح فاندنبرج **Vandenberg** أن هذه المكونات الأربعة على الأقل مستقلة بعضها عن بعض لحد ما من وجهة نظرا الوراثة . وبالأخص التمرينات التعليمية و/أو الخبرة الاقتصادية الاجتماعية من العوامل المهمة جداً بالنسبة للاستدلال والذاكرة عنها بالنسبة للمكونات الأربعة السابقة مما يؤدي إلى الميل إلى نتائج أكثر التباساً .

ووجود المكونات الوراثية الأربعة المتضمنة في حساب الأربعة قدرات السابقة إذا ما أثبتت مستقبلاً فسيمثل ذلك نتيجة ذات مغزى هام . وبدل ذلك على أن الذكاء يتكون من عديد من الاسهامات وأن تقييم اختبار معامل الذكاء هو تجميع لذلك بالإضافة إلى إسهامات أخرى . والاتجاه مثل هذا التحليل الأدق للصفات المعقدة سوف يؤدي إلى فهم جيد لوحدة المكونات التطورية التي يتضمنها الذكاء الإنساني .

وهناك العديد من الاختبارات الأخرى للقدرة العقلية والتي عرضت لها الأفراد

جدول ١٢ - ٦ : احصاء H المحسوبة من عدد العوام المتألفة |البيوت DZ والأحادية MZ على ستة بيوت من اختيار الشيكاجو الأولى للمقارنة العقلية

البيوت المقارنة	الفرق			
	١٩٥٤ بيوت	١٩٥٥ زوجين وآخرون	١٩٦٢ مخرج	١٩٦٤ مخرج
العمل	0.68*	0.64*	0.62*	0.43*
المسافة	0.51†	0.76*	0.44†	0.72*
الجنس	0.07	0.34	0.61*	0.56*
العمر	0.64*	0.26	0.29	0.09
صحة الكلام	0.64*	0.60*	0.61*	0.55*
الذاكرة		0.38†	0.21	

$P < 0.01$ مقاسة باختبار $V_{MZ/MZ}$. هذا الاختبار للمعوية يستعمل غالباً بواسطة فالدنبرج . وهذا قريب من H الاحصائي بواسطة $V_{MZ/MZ}$ (انظر فصل ٧) .
المصدر : فالدنبرج حيث أنه يخلص بالنتيجة الرئيسية

المختبرة . ولا يقال الكثير عن الحد الذي تكون عنده الصفة المختبرة تحت تحكم وراثي . وتناولت كثير من البحوث هذا الموضوع وخصوصاً على الأمريكيين من أصل أوروبي أوياباني في هاواي (دفرز وفاندنبرج ومك كلين Defries, Vandenberg and Mc Cleary ١٩٧٦) وهذا أمر هام من وجهة نظر الجدل حول تفسير الاختلافات في معالم الذكاء بين السود والبيض .

١٢ - ٥ الشخصية

بالرغم من الاهتمام بالذكاء فإن هناك حالياً اهتماماً متزايداً بالشخصية وطرق متعددة العوامل أدت إلى التركيز على جوانب معينة من الشخصية بدلاً من الشخصية ككل . وقد عرف حريفيث (١٩٧٠) Griffiths الشخصية على أنها « الانتظام الثابت بشكل أو بآخر لسلوك الشخص العاطفي والإداركي والفكري والتصورى وكذلك سلوكه الوظيفي ، وكل ذلك يحدد لحد كبير تكيفه للأوضاع البيئية » . وتعريف بهذه الطريقة يجعل الذكاء فقط واحد من مظاهر الشخصية . والتقدم في تقييم وتقديم اختبارات للشخصية يعول عليها جعلت التقدم في تقدير الاختلافات الوراثية أكثر فاعلية عما سبق .

والاختبارات متعددة العوامل تشمل مقاييس تفيد في قياس جوانب خاصة من الشخصية . وهناك مثالين لمثل هذه الاختبارات منها مسح منسوتا للجوانب الشخصية المتعددة الأشكال (MMPI) وكذلك مسح كاليفورنيا للشخصية (CPI) وقد استعمل

مقياس (MMPI) بواسطة جوتسمان (Gottesman ١٩٦٥) في دراسة ٣٤ زوجا من التوائم أحادية الزيجوت MZ وكذلك ٣٤ ثنائية الزيجوت في حالة مراهقة في منسوتا (حيث الغالبية من السكان من أصل اسكندنافي) وفي دراسة أخرى على ٨٢ زوج أحادي MZ و ٨٦ زوج DZ في بوسطن . ويتتوى اختبار MMPI على ٥٥٠ سؤال تعطى تسجيلا على ١٠ جوانب من الشخصية (جدول ١٢ - ٧) . وهناك اتفاق محقق بالنسبة لنظام ترتيب H الاحصائية استثناءا لهذا . ومن المعقول أن تسجل قيمة H العالية بالنسبة للانطواء الاجتماعي والاضطراب النفسي المعاد للمجتمع وكما هو أيضا متوقع : للقياسين الخاصين بأمراض الذهان (الاكتئاب النفسي . انفصام الشخصية) . ومع ذلك فإن النتائج تتباين تبعاً للعمر والجنس والنقص الكامل في الاتفاق على ترتيب H الاحصائية يرجح تأثير المنطقة الجغرافية أو يرجع إلى أصول العشائر المدروسة .

وفي تحليل جنكز وفولكر (Jinks and Fulker ١٩٧٠) لبيانات شيلدز (Shields ١٩٦٢) عن مرض العصاب مقيما بأسئلة مصممة على شكل استخبار لإعطاء قياس لكل من مرض العصاب والانسلاط وجرى هذا الاختبار على توائم أحادية الزيجوت MZ مرابة معاً أو متباعدة وكذلك توائم ثنائية الزيجوت DZ . و جدول ٧ - ٤ حلقات قيم E,H الإحصائيتين . وتفسر الخلاصة العامة لجنكز وفولكر (Jinks and Fulker بالنسبة لمرض العصاب على أساس نموذج من فعل عوامل مضيئة وسيادتها غائبة . وهذا يعنى شيوع التعبير الوسيط للعصاب ويعنى هذا أن يكون محتملا ثبات الانتخاب لأقصى

جدول ١٢ - ٧ : قيم H من تسجيلات على التوائم وحيدة وثنائية الزيجوت في مسح على شخصية متسوتا مصددة الجوانب .

Personality الصفة الشخصية	دراسة ميانوس		دراسة بوسطن	
	H	Rank	H	Rank
الترقب والوسوسة	0.18	7	0.01	10
الكذب	0.45	3	0.45	1
الافتراء	0.00	10	0.30	7
الاضطراب العاطفي	0.50	2	0.39	2
الاسترجال / القلق	0.15	8	0.29	8
جسود الاضطهاد	0.05	9	0.38	3
ليك الفضائل (غير عن اليأس من الذكورة والحقوف)	0.37	5	0.31	6
انحسار الشخصية	0.42	4	0.33	4
سعي	0.24	6	0.13	9
erosion الطواء الاجتماعي كمال	0.71	1	0.33	4

المصدر : جوتسمان (Gottesman ١٩٦٥)

الوسط ويكون التطرف غير محيد . وتشابه توقعات جوتسمان *Gottesman* (١٩٦٥) لعدد من مثل هذه الصفات حيث اعتبر أن التطرف غير مفيد ولكن الأدلة السابقة المتاحة قليلة . وقد وجد جنكنز وفولكر دليلا على وجود تزواج تناسقي موجب في البيانات والذي لم تكن مؤكدة على ما أي حال . وقد اعتبر أن الاختلافات البيئية والطبقية لها تأثير قليل أو معلوم على الأبعاد المحددة للشخصية .

وحلل الانبساط النفسي أيضاً بنفس الأسئلة التي استعملت في حالة العصاب . وهذه الصفة مع العصاب تعطي بعدين مهمين من جوانب الميل في الشخصية كما وصفت بواسطة ايزنك *Eysenck* ١٩٦٧ وقد وجد أن للبيئة صلة أكبر بالانبساط عن العصاب وفي هذا فإن الأشكال الظاهرية الانطوائية تكون أكثر تلائماً أو تحورا عن الأشكال الظاهرية المنبسطة بواسطة البيئة داخل العائلة . ومع ذلك فإن درجة التحديد الوراثي تكون عالية . وتأتي نقطة مهمة من دراسة شيلنز *Shields* ١٩٦٢ الذي ناقش كيف يمكن لأحد فردى من الأزواج أحادية الزوجات المرباة معاً التسيد وأخذ القيادة .

وأول دراسة استعملت فيها التسجيلات العامية هي تلك الخاصة بإيزنك وبرل *Eysenck and Prell* (١٩٥١) . وتعتبر أول البداية في الطريق بعيدا عن استعمال المقاييس الفردية والاتجاه إلى استعمال المقاييس المجمعة وتوضيح البيانات الممتلئة في جدول ١٢ - ٨ للعصاب والانبساط والنشاط التلقائي أو الذاتي والذكاء قيمة *H* عالية للعصاب . وخصصت كثير من الدراسات لتحليل التنشأة الطبيعية للشخصية وخصوصا في دراسة التوائم (انظر ميتلر *Mittler* ١٩٧١) . وقيمة أعمال ايزنك *Eysenck* الحديثة في معرفة العلاقة بين الشخصية والتباينات الأساسية . وهذا مجال معقد واختبار لكل من النفسانيين والوراثيين . وليس بمستغرب أن تحليله حديثا لتسجيلات الموارد الطبيعية لشخصية التوائم في اختبار صمم لقياس الاضطرابات العصبية والعصب والانبساط والميل للترهص اعطت تباينات وراثية تتوافق مع افتراض الجين المضيف (انفر ايزنك *Eaves and Eysenck* ١٩٧٧) . وسوف يعكس ذلك انتخاب ثابت ويؤكد أن السلوك المتطرف يتوقع أن يكون أقل ملائمة تناسليا عن الوسط .

١٢ - ٦ العاطفة والادراك الحسى والمهام الحركية

تكون تسجيلات قياس المخ الكهربائي (EEG) أكثر تماثلا في التوائم أحادية الزوجات *MZ* عن تلك للتوائم ثنائية الزوجات *DZ* . ومعظم البحوث التي أجريت فيما مضى

جدول ١٢ - أ : التلازم داخل الأقسام وقيمة H لتسجيلات العوامل تختلف صلات الشخصية

العنصر	H سجل التلازم داخل الأقسام	معدل التلازم لوحده الأقسام	الصفة
أولئك الذين (١٩٥١) (1951)	0.81	0.22	الصلابة
أولئك (١٩٥٦) ٤	0.82	-0.33	الانسياب
أولئك (١٩٥٦) ٤	0.75	0.72	السلوك اللبالي
أولئك (١٩٥٦) ٤	0.71	0.82	الذكاء

كانت تعتمد على الفحوص المرتبة لقياس المخ الكهربائي عن إنتاج التحليلات الأكثر دقة بإمكان استعمال الكمبيوتر (جول - نيلسن وهارفلد Tuel-Nielsen and Harvald ١٩٥٨) وقد فتح تحليل الكمبيوتر احتمالات جديدة للدراسة الأفكار الوراثة للجهاز العصبي المركزي . وعموما فإن دراسة التوائم أحادية الزيجوت MZ تكون أكثر تشابها عن التوائم ثنائية الزيجوت كما هو متوقع - وقد علق ميتلر Mittler (١٩٧١) بأن العوامل الوراثة تلعب دورا هاما في نمو القدرات المرتبة والفضائية عن الصفات التي نوقشت آنفا والتي تحتوي أساسا مكونات الذكاء والشخصية - والطرق الدقيقة لقياس المخ كهربائيا EEG يمكن توقعها من العمل على الخصائص الكهربائية المثيرة للقشرة وتستعمل اشارات خاصة مثل الومضات الضوئية والنبات النقية ويحلل الجزء الأساسي الذي يستجيب لهذه الاشارات من القشرة الخفية ممثلا في تقرير لدستمان ويك Dustman and Beck (١٩٦٥) في مقارنة المقدرة المرتبة لتأثير ١٠٠ ومضة ضوئية في ١٢ زوج من التوائم أحادية الزيجوت MZ و ١١ زوج ثنائية الزيجوت DZ ومجموعة ضابطة من ١٢ زوج من توائم متباعدة في نفس العمر . وقد حللت مكونات الموجات للأول ٢٥٠ مل ثانية للأول ٤٠ مل ثانية ومقارنة قراءات الوسط ومؤخرة الرأس . وعموما فإنه يتضح تداخلا عاليا للتلازم داخل القسم في التوائم الأحادية MZ عما يحدث في التوائم ثنائية الزيجوت DZ وقيمة H المتحصل عليها ٠,٥٧ للتوائم الأحادية بالنسبة لقراءة مؤخرة الرأس عند ٢٥٠ مل ثانية . وعند استعمال ليكن Lyyken et al (١٩٧٤) لقياس المخ الكهربائي بما لا يقل عن ٦ قياسات EEG على التوائم وجدوا أن "معظم التباين في معدل خصائص مقياس المخ الكهربائي EEG يبدو أنه يتحدد وراثيا".

وقد توجد تباينات عاطفية حسية لها ميكانيكيات وراثية مبسطة نسبيا والتي سوف تناقش في فصل ١١ . وكذلك أمكن القيام بعدد من المهام التي تشتمل على الإدراك الحسي المرتى . وكثعيلق فوللر وشمسون Fuller and Thompson (١٩٦٠) فإن كثيرا

من هذا المهام تقوم على فكرة الاحساس البصرى بعد زوال المؤثر الذى أحدثه أو التحام الوميض ثم خبوه أو القابلية للاصابة بخداع البصر وهى مؤشرات فعالة للشخصية . وقد اعطى ملخصا فى جدول ١٢ - ٩ للمقارنات بين التوائم أحادية وثنائية الزيجوت وأن النقص الكثير فى البيانات يعنى الفشل فى تقدير التأثير المحتمل للخبرة السابقة على التأثير الحسى البسيط .

يحدد الإحساس البصرى بعد زوال المؤثر الذى أحدثه بتركيز البصر وذلك بوجود مربع فى خلفية متعادلة فى فترة معينة من الزمن ثم يقلر حجم الإحساس البصرى بواسطة عرض Projecting صورة الاحساس البصرى على شاشات من مسافات بعيدة وقريبة عن المسافة الثابتة . والبيانات فى جدول ١٢ - ٩. للإحساس البصرى بعد زوال المؤثر تعرض على شاشات على مسافة ٢٠٠,٥٠ سم بعد ثباتها على ١٠٠ سم . وقيم H المتحصل عليها عالية أو أكثر من عالية .

جدول ١٢ - ٩ : المقارنات داخل القسم وقيمة H الإدراك الحسى للتوائم أحادية وثنائية الزيجوت .

رقم	معدل المقارنات لثنائية الزيجوت	معدل المقارنات لأحادية الزيجوت	قيمة H
0.88	0.08	0.71	(1) حجم الإدراك البصرى بعد زوال المؤثر
0.68	0.00	0.68	(2)
0.97	0.22	0.93	(3)
0.67	0.23	0.75	(4)
0.44	0.10	0.60	(1) كبريات ثلثى فى الظهيرة
0.60	0.15	0.66	(2)
0.85	0.06	0.67	(3)
0.63	0.21	0.71	الإحساس الخارج للوميض لم يحرك fusion
0.22	0.39	0.63	(1) خداع البصر لبرق لانه ision
0.52	0.05	0.55	(2)
0.22	0.37	0.51	(3)
0.40	0.28	0.57	(4)
0.84	0.21	0.72	ظاهرة الحركة الظلية phenomenon

المصدر : ميكلر (١٩٧١)

يمكن الحصول على دليل العقلية التخيلية فى الطفولة باستعمال مستميلات مرئية معقدة مثل صور بمساحات كبيرة ملونة وتسجيل درجة بقاء الصورة التى تقرر باستجابة الشخص . ويمثل كل مستمیل يومض يتوهج ثم يخبر أو بلونه . وقيمة H عالية ولكن

ليست على العموم عالية مثل حجم الاحساس البصرى بعد زوال المؤثر ويعطى أيضاً الالتحام الحرج للوميض قيمة عالية من H .

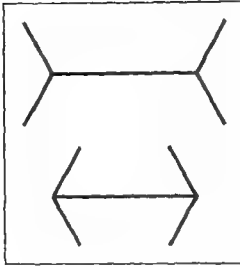
ينتج خلخاع مولر لاير البصرى يزوج من الأسهم والتي تتساوى فى طول القصبه والتي يكون فيها نقطة الرأس سهم متجه نحو الخارج أو الداخل (شكل ١٢ - ٥) . وقصبه الرمح التى تخرج منها رؤوس تبلوا أكثر طولاً بالرغم من أن كلا من القصب يكون بنفس الطول . (انظر جرجورى Gregory ١٩٦٦ بالنسبة لمناقشة مولر لاير وكذلك خداعات بصرية أخرى) والموضوع مطلوب للتحكيم أى من القصب يبلوا طويلاً . وقيمة H لهذا العمل تعتبر أقل عن الآخرين) .

ولاختبار ظاهرة الحركة الذاتية بأمر الشخص الذى يدرس استجابة أن يركز بصره أو انتباهه على ضوء ثابت ويصف ما يرى . وإذا تقرر الحركة فإن الشخص يقتفى أثر الشعاع ثم تسجل بطول الخط المرسوم . قيمة H عالية لهذا الاختبار .

وعموماً فإن كل هذه الواجبات المرئية الحسية تظهر بعض الأساس الورائى . وقيمة H تتأثر فى مقدارها مع تلك المتحصل عليها من قدرات العقل وصفات الشخصية . ومن المدهش أن هناك القليل من البحوث أجرى حتى قريباً جداً عن احتمال وجود أساس ورائى لهذه الصفات . وقد أجريت دراسات مستفيضة على القدرات العقلية والشخصية على أصناف من الأقارب وقد تقرر القليل منها ، بالنسبة للمرئيات الحسية . ويمكننا أخيراً أن نذكر بكل سرور جتمان Guttman ١٩٧٤ وجود أنف وآخرين ١٩٧٧ Rose et al Goodenough et al وليوهلن وآخرين Loehlin et al ١٩٧٨ وروز وآخرين Rose et al ١٩٧٩ لسرد البحوث حتى تاريخه على سرعة الإدراك الحسى .

قدمت دراسات التوائم بالنسبة للمهارات الحركية الدليل على وجود تحكم ورائى - بالنسبة لحركة المطاردة وحزم ملف الخيوط واختبار فرز البطاقات . ولذا فإنه من الصعب تجنب الاستنتاج بأن هناك مكون ورائى أساسى للعاطفة والإدراك الحسى والسلوك الحركى ، وإذا كان المكون الورائى أكثر أهمية للقدرات العقلية وصفات الشخصية فيكون من الصعب تحديده من الأدلة التى استعرضت .

ناقش سبهر ولندزى Spuhler and Lindzey (١٩٦٧) الاختلافات فى العاطفة والادراك الحسى والعمليات الحركية بين السلالات . بالرغم من المقارنة السيكلولوجية للسلالات بالنسبة للعمليات العاطفية البسيطة وطريقة الاستجابة وهناك حتى حديثاً بعد الأعمال التقليدية فى هذا المجال . ومؤخراً فى القرن الأخير وجد أن وقت التفاعل



شكل ١٢ - ٥ : خداع البصر لمولر لاير .
وطول قصبة الأسهم متساوية للسهمين

للاستقالة المرئية والسمعية واللمسية فإن أشخاص من الهنود الأمريكيين كان لهم أقل معدل من الاستتار . ويتبع هؤلاء الهجين القوقازي الأفريقي وكانت المجموعة القوقازية أقل في تفاعلها . ومبكرا في هذا القرن فإن الحلة المرئية لسكان حرز ترز سترات **Torries Strait** كانت أكثر تفوقا من المجاميع الأوروبية . واختلافات أخرى بين السلالات في عمليات العاطفة الحركية التي نوقشت بسبيلر ولندزي **Spuhler and Lindzey** المشتمة على مدى التمييز وبداية الآلام والحلة السمعية . وقد أدت الدراسة المبكرة إلى اقتراح احتمال وجود اختلافات سلافية يمكن تقديرها في السلوك والقليل يمكن أن يقال عن الحد الذي تكون فيه هذه الاختلافات وراثية . وبعد هذه السلسلة من الدراسات المبكرة فإن عمليات استقصاء أكثر تعقيدا نوقشت في الأقسام السابقة من هذا الفصل غالبيتها عن علم النفس . وحاليا فقط يوجد هناك توصيات بالاهتمام بدراسة العاطفة والإدراك الحسى . والحركى . فمثلا تظهر الأعمال الحديثة أن الخداع البصرى لمولر لاير يكون غالبا كما هو شائع بين الأمريكيين أربعة مرات معدله في أفراد البوشمان . وبالرغم من مواجهة أدلة محددة فقد كتب سبيلر ولندزي **Spuhler and Lindzey** (١٩٦٧) إذا استثنينا تلونق مادة الميثيل ثيوكارباميد PTC واللون المرئى والإدراك الحسى لخداع البصر فإن هناك قليلا من الأدلة الدامغة في الوقت الحالى أما للاختلافات السلافية أو التسلاوى السلافى في المواطن البسيطة أو العمليات الحركية . فإذا ما كانت المجهودات المبذولة في تحليل الشخصية وكذلك القدرات الفعلية تنطبق على العاطفة والعمليات الحركية فإن تقدما معنوياً مؤكدا قد يحدث .

١٢ - ٧ السلوك والاختلافات الظاهرية

تحدث شلدن ومعاونوه Sheldon and coworkers (١٩٤٠ - ١٩٤٢) عن العلاقات الممكنة بين البناء الإنساني (النمط الجسمي Somotype) والسلوك. فقد وجدوا تلازماً عالياً ولكن على الرغم من ذلك فقد أجريت أيضاً بعض الدراسات. ويؤكد لنديز Lindzey (١٩٦٧) على مقاومة النفسانيين عموماً الاعطاء اهتمام كبير لدراسة الشكل الظاهري والسلوك. وقد عرض شلدن Sheldon تقسيماً للشكل الظاهري على أساس ثلاثة طرز فزيائية متباعدة بمعدل لكل قطر مستمد من مجموعة صور قياسية وقد أمكن تحليل ثلاثة أشكال ظاهرية متباعدة للنمط الجسمي :

- شخص ذا نمط داخلي معين. والشخص العالى لهذا المكون يتصف بمظهر ناعم كروى متعلق بعدم النمو الكامل للعظام والوصلات ومعدل منخفض لنسبة السطح للكتلة ونمو سريع للأمعاء الهاضمة وحيث أن الوظيفة الأساسية لهذه التركيبات تأتي أساساً من طبقة الأنسجة الداخلية ولذلك استعمل اصطلاح الشكل المعين endomorphy أساساً من طبقة الأنسجة الداخلية ولذلك استعمل اصطلاح الشكل المعين endomorphy .

- شخص ذا نمط وسطي : الفرد العالى لهذا المكون يكون خشن وقائماً وذلك لزيادة في العظم والعضلات ولذا فهو مزود بإمكانيات القيام بأعمال بدنية. ويعتمد الاصطلاح من سيادة طبقة الأنسجة الوسطية في هذا الهيكل.

- شخص ذا نمط خارجي. الشخص المفرط بالنسبة لهذا المكون يكون مستقيماً وبخفيفاً ويتصف الصدر بشدة الانخفاض وضعف في الجسم. ولذلك فإن المظهر الخارجى يتشكل أكثر من الأنسجة الخارجة الجنينية حيث يعتمد الاصطلاح من هذا التشكيل. والقوة البدنية ضعيفة لمثل هذا الشخص للقيام بمهام طبيعية.

لا يعتبر التقسيم الذى استنبط على أساس طرز الجسم لشلدون Sheldon الوحيد فقد نوقشت أيضاً في هول ولنديز Hall and Lindzey (١٩٥٧) ولنديز Lindzey (١٩٦٧) وكذلك سترن Stern (١٩٧٣).

وهناك علاقة واضحة ومميزة من السلوك والشكل الظاهري. وكمثل فإنه لا يمكن استخدام النمط الخارجى الضعيف لتحمل الاستجابات العنيفة مع نفس التأثير كالنمط المتوسط القوى. ويضع الطول والوزن والاستقامة الحدود على مسؤوليات التأقلم التى يمكن أن للفرد أن يقوم بها في بيئة معينة. وقد استشهد لنديز Lindzey (١٩٦٧) بأدلة على الاختلافات السلوكية الواضحة والثابتة بين الأفراد التى تتباين في نمو الشكل

الظاهري . وعموما فإن الفرد الذى يفرط بدنيا في بعض النواحي مثل الإفراط في البدانة أو النحافة معرض لحدما لمجاميع ذات خبرة مختلفة من التعلم عن شخص يكون أقرب من المتوسط بدنيا . ولاحظ أن **Average** المتوسط يتباين بين المجاميع العرقية .

وتأتى مجاميع من الأسئلة تلفت النظر عن أشكال الهيكل للرياضيين (كارتر **Carter** ١٩٧٠) . ويكون تقريبا جميع أبطال الرياضيون عاليون في النمط الوسطى . ومعظم هؤلاء من رافعى الأثقال متبوعا بمتسابقى المضمار الأولمبيين ألعاب القوى ولأعلى الكرة والمتصارعون . والرجال الأقل في النمط الوسطى هم متسابقى المسافات . وتصنف المرأة الرياضية من المضمار ونقفر المسافات والعدو واللاقى لمن أقل نمط وسطى إلى لأعلى الجميز اللاتى لمن أكثر نمط وسطى . وليس بمستغرب أن يكون تأدية الأبطال للمستويات المختلفة للعبة معينة لهم مظاهر متائلة من حجم الجسم وكذلك طراز الهيكل ولكن يبدو أن الأشكال تميل لأن تتباعد أكثر كلما ازداد مستوى الأداء . والتباعد في مستوى السلوك يتوافق مع التباعد على مستوى الشكل الظاهري . وبالعكس فإن أشكال هيكلية معينة موجودة في غير الرياضيين لا تكون موجودة على الإطلاق في مجاميع أبطال الرياضيين . وتباعد شكل الهيكل في الرياضيين يمكن أن يزداد بالتدريب ولكن التدريب يكون غير مناسباً في تغير شكل هيكل غير الرياضيين إلى النمط الوسطى للرياضى .

وقد ادعى شلدن **Sheldon** (١٩٤٢) علاقات ملفتة للنظر بين الشكل الظاهري والمزاج - وقد انتخب ثلاثة مكونات مراجعة :

- المزاج الحشوى : ويتصف الأفراد المرتفعون في هذا المكون بحب عام للراحة وللإجتماعيات وشراهة للطعام واستمتاع بالناس وكذلك بعاطفة فياضة . ومثل هذا الفرد يكون هادئا في وقته ويطيء الانفعال وعموما فإنه إنسان سهل في التعامل معه .
- المزاج البدنى : ويصاحب هذا التسجيل العالى حب المقامرة وأخذ المخاطر وكذلك احتياج قوى لبناء عضلى وقوة طبيعية . مثل هذه الأفراد تكون حقا أو مندفعة مع ميل اتجاه العنف والقوة والسيطرة .
- المزاج الخفى : معدل عال من الكبت والرغبة في الكتمان . مثل هذا الشخص كرم عجول ويخشى الناس .

يمكن وضع تقسيم شلدن/**Sheldon** في أزواج لكل من التركيب والوظيفة فيما يلى :

داخلي - حشوى *visceratonia* - endomorphy وسطى - بدنى - *somatotonia* *mesomorphy* خارجى - مخى *cerebrotonia* - ectomorphy وعلى أساس ٢٠٠ حالة لكل من أقسام المزاجية وباستعمال النظام التسجيلى للتركيب والمزاجية فقد حصل شلدن *Shelden* على علاقات معروضة فى جدول ١٢ - ١٠ ومن الواضح أن تظهر النتائج معامل واسع من التلازم للأزواج التركيبية والوظيفية السابقة وعلاقة سالبة بين الأخرى . يوجد علاقة واضحة بين التركيب أو الصفات الطبيعية للفرد والوظيفة المتوقعة أو نوعيات السلوك . والتلازم الموجب ، مهما يكن ، يكون عالياً بافراط ومنتقد من النفسانيين على أساس أن شلدن *Shelden* نفسه يقوم بتنفيذ كلا من مجموعتى التصنيف . وأوضحته الدراسات الأخيرة (وللسرد انظر ليندزى *Lindzey* ١٩٦٧) أيضاً تلازمات موجبة بين الشكل المظهرى والمزاج ولكن على مستوى أقل من الدنو (شيلد ١٩٥٠ *Child* وبارنل ١٩٥٨ *Parnell* ووكر ١٩٦٢ *Walker*) .

وقد وجد شلدن *Shelden* زيادة فى النمط الوسطى فى الأفراد الذين يظهرون سلوكاً إجرامياً بين الشباب المستتر . وتميز عدد من الاحصائيات الأخرى ذلك (ايزنك *Eysenck* ١٩٦٤ وليندزى ١٩٦٧) مشتملة على دراسة الإناث المستترة (ايس وبارنل ١٩٥٢ *Eppis and Parnell*) . وقد وجد العديد من الباحثين علاقة ما بين الطراز التركيبى وفصام الشخصية (هيستون ١٩٧٠ *Heston* ، وبارنل *Parnell* ١٩٥٨) وتمثل الميزومورف تمثيلاً ضحلاً فى مزدوجى الشخصية وتمثل الاكثومورف بدرجة أكبر . والمصابون بجنون الاضطهاد على الجانب الآخر أحياناً يكونوا ميزومورف (بارنل ١٩٥٨ *Parnell*) . وأخيراً فبالنسبة للنمو الجنسى والسلوك فإن تصنيفاً من الاكثومورف العالى يكون متلازماً مع النمو الجنسى المتأخر وبالأخص فإن الأفراد الاكثومورف يميلون لممارسة الاتصال الجنسى مؤخرًا عن أى من الميزومورف أو الاكثومورف (مارتن وإيزنك *Martin and Eysenck* ١٩٧٦) .

١٢ - ٨ الإجرامية أو العمل الإجرامى

من نصائح الزاهب الروسى فى الأخوة كرامازوف للدوستوفسكى

تذكر دائماً أنك لن تكون قاضياً أو منصفاً لأحد . ولذلك فإن أى فرد لا يحكم على الجريمة حتى يعرف أنه مجرم تماماً مثل الإنسان المائل أمامه ، وأنه ربما على جميع الرجال أن يعاقب على هذه الجريمة .

جدول ١٢ - ١٠ : معدل التلازم بين المكونات النفسية ومكونات المراجع

	Viscerotonia	Somatotonia	Cerebratoria
التفاعل	0.79	-0.29	-0.32
الترسب	-0.23	0.82	-0.58
التفريق	-0.40	-0.53	0.63

المصدر : شلدن (١٩٤٢) Sheldon

لنجدما يتفهم ذلك تكون لديه مقدرة للحكم . فإذا أنا كنت مصيبا أو صالحا فربما لا تكون هناك جريمة .

وهناك أسباب كثيرة متكررة بالنسبة للأجرام وكذلك السلوكيات المضادة للمجتمع منها عدم الرضا أو القناعة بالحياة المنزلية والتشقة الفقيرة والفقر والجهد والتخلف العقلي وغياب الآباء والتصارع البيئي وكذلك مقدار تأثير العوامل البيئية الأخرى . وماذا عن الوراثة ؟

وضع سترون (١٩٧٣) Stern في نهاية أحد الفصول الثميرين الآتي :

ما بين ٢٧٨ من أخوة المجرمين وجد ستميل ١٠٣ حالة لها سجلات إجرامية . وهذا يطابق وجود مجرم واحد من بين كل ٢,٧ من أخوة المجرمين . ومن بين ٦٢ توأم غير صنواني للمجرمين وجد ستميل وكرانز Stumpff & Kranz ٣٠ من المدانين . هذا يطابق معدل واحد لكل ٢,١ . وقد اقترح أن آخر تحديد للمعدل العالي للجرائم (١ في ٢,١) بالمقارنة بأول معدل للتحديد (١ في ٢,٧) يكون راجعا إلى التشابه البيئي الكبير في التوائم عن الأخوة العاديين . (أ) ما هي المعنوية الاحصائية للبيانات ؟ (ب) وماذا نحمله الإجابة بالنسبة للسؤال السابق للتفسير المقترح للتكرارات المختلفة ؟

في جرائم البلوغ هناك معدل توافق عالى هو نسبة ٧١٪ (ن = ١٠٧) أمكن تقريره حديثا بالنسبة لأحادى الزيجوت MZ ونسبة ٣٤٪ (ن = ١١٨) بالنسبة للتوائم ثنائية الزيجوت DZ . والأرقام متساوية بالنسبة للمجرم الحدث حيث أن النسب تكون ٨٥ (ن = ٤٢) وكذلك ٧٥٪ (ن = ٢٥) . ولم تحكم هذه البيانات بإمعان حيث أنه لا يمكن أن نبعد الوراثة والبيئة (لينزك ١٩٦٤ Eysenck) وسوف توضح الأسباب لهذه النقطة في مرجعنا .

والعوامل التي سوف تناقش لها بعض الأساس الوراثي وقد تكون مهمة كمحددات

لارتكاب أو عدم ارتكاب الجريمة (روزنتال ١٩٧١ Rosenthal) .

- عدد كبير من المجرمين لهم معامل ذكاء منخفض .
- الحدث المنحرف والمجرمون لهم معدل عال لشذوذ EEG عن العشائر العامة .

وقد اشتهر روزنتال (١٩٧١) Rosenthal بعينات من المساجين بمعدل نسبة ٧٥٪ من EEG الشاذ والعلاقة بين الوراثة وكل من EEG العادي والشاذ أمكن تلخيصها بواسطة فوجل (١٩٧٠) Vogel : انظر أيضاً قسم ١٢ - ٦) . وأعطى جلول ١٢ - ١١ الأساس الوراثي لعدد من مظاهر EEG . وعلى أساس الملاحظات EEG المحدودة فالأفراد التي تنتج أى من الفا الطويلة الرتبة أو مظاهر موجات بيتا يبدوا أنهم يتزوجوا من المنتجين بالتساوى اعتباراً ممثلاً ١٧ من ٥٦ فنتج موجات بيتا تزوجوا منتجين موجات بيتا بينما ٥ فقط من ٥٤ غير منتجين لموجات بيتا تزوجوا منتجين موجات بيتا وهؤلاء الذين يشكلون برتابة موجات الفا (بموجات غير عادية الانتظام باتساع عال) تظهر تشابهاً غير متوقع بالنسبة للجزء العالى من الزواج مع أناس من نفس طراز EEG .

والرقم البطيء بالمؤخرة قد يتلازم مع الاضطراب العقلي وبعض الأشخاص بهذا الطراز من EEG يبدوا أنه يمتلك تراكماً نفسياً بشكل مميز . وإذا كما ثبتت هذه العلاقة فقد تكون أول التميزات النفسية للتباينات العادية في الإنسان التي تظهر تأثيرات وصفية على الشخصية بدون اتلاف للذكاء ويرجع إلى حكم كل من متلر (١٩٧١) Mittler وفوجل وآخرين (١٩٧٩) Vogel et al في استعمال التوائم لمعرفة المكونات الوراثية بالنسبة للنشاط الكهربائي لقشرة المخ .

جلول ١٢ - ١١ : الأساس الوراثي للتباينات للرسم الكهربائي للدماغ

التركيب النحوي للأحداث	الأساس الوراثي	معدل التكرار (%)
alpha (8-13 cps)* alpha plus alpha plus (16-19 cps) alpha (4-5 cps) : وضع بطيء بوفرة الدماغ . alpha tall alpha موجات بيتا groups (25-30 cps) : مصاحب بيتا للبطء . alpha (20-25 cps) : مصاحب بيتا للبطء المركزي	Polygenic Autosomal dominant Autosomal dominant ? Autosomal dominant Multifactorial Autosomal dominant Autosomal dominant	[common] 7.0 0.5 0.1 4.0 5.0-10.0 0.4 1.4

CPS : الدورة في الثانية

المصدر : أمن وموتسكي (١٩٧٢) Osseini and Motulsky .

وكما يتضح أن للتوائم وحيدة الزيجوت عادة ما يكون لها اتفاق عال لطرز EEG .
(ولاستجابة EEG التوائم للاستيعاب الكحولى ، انظر بروبنج ١٩٧٧ Propping وقسم ١١ - ٣) .

- وقد قرر جليك وجليك (١٩٥٦) Glueck and Glueck أن نسبة ٦٠٪ من المقصرين أو المهملين يكونوا وسطا في الهيئة للبناء الرياضى . باعتبارهم أكثر نشاطا هل هؤلاء الأفراد يكون لهم ميل جسمانى للتعبير عن عدم رضائهم و/أو يحاولون الحد منه ؟
- بعض الذكور بهم كروموسوم X زائد ولذا يكون تركيبهم XYY (انظر قسم ٤ - ٣ على السلوك الذين بهم أكثر من Y كروموسوم) . ويبدو أنه حتى فى كروموسومات Y الفائقة الحجم قد يتضمن تباينات سلوكية . وفى دراسة نيلسن وهنريكسن ١٩٧٢ Nielson and Henriksen لسجناء الشباب الهولندى وجدت كروموسومات Y الطويلة أكثر من أربعة مرات بالمقارنة بالعينة الضابطة . وسجلات الأجرام تكون أكثر تكرارا من الآباء والاخوة هؤلاء السجناء عن بين الآباء والاخوة للضابطة .

ويتصورنا للجهود المستقبلية لتوضيح قواعد وتداخل الأمور الوراثية والأمور البيئية لإنتاج الجريمة فمثل هذا وقد حوّل بالنسبة لمعامل الذكاء IQ . وللدراسة الواحدة مستفيضة ، انظر كلونجر وآخريين ١٩٧٨ Cloninger et al . وفى كثير من المواقف يبدو أن بعض المظاهر الظاهرية المعينة وربما EEG تتعلق بالجريمة عما نحن نعرفه لمثل هذا المعايير الظاهرية التى يتعلق بالذكاء . وبكلمات أخرى يجب أن تكون قريين للجينات الفعلية المتعلقة بالجريمة عن الجينات الخاصة بالذكاء .

١٢ - ٩ الانتقالات الوراثية والبيئية للصفات السلوكية

عند مناقشة الوراثة والبيئية فى الإنسان (قسم ٧ - ٥) فقد ذكرت الاختلافات البيئية بين العائلات والمجاميع الاجتماعية التى يحافظ عليها عن طريق وراثة البيئة الاجتماعية .

وتقود مثل هذه الاختلافات إلى علاقات بين الأقارب ومن الصعب جدا التميز عن تلك الناتجة من التعيين الوراثى . وعديد من الأمثلة ذات علاقات موجبة بين التركيب الوراثى والبيئة فى مدى ٠,٢ إلى ٠,٣ وقد نوقش فى هذا وفصل ٧ للتوائم والأقارب الأكثر بعدا والمعارفات من نخلال السلالات فى دراسات التبنى . وليس بمستغربا إذن

على أساس تحليل الانتقال البيئي للأبناء والانسال . وقد خلص كافاللي سفورزا وفلدمان (١٩٧٤) Cavalli-Sforza and Feldman أن التوارث الحضارى غالباً ما يدعم تماماً بالوراثية البيولوجية .

ندرس في التطور البيولوجي معدلات التطور بينا في التطور الحضارى فإن الدراسة تشتمل العادات أو التقاليد والأفكار والمعتقدات وتكون قاعدة الانتقال البيولوجي مفهومة وبالأخص جزئه الأساسي يتوقف على أساس مفهوم . وقواعد الانتقال الحضارى بالمقابل ضيقة الفهم . وقد بدأ كافاللي سفورزا وفلدمان Cvalli-Sforza and Feldman بنموذج من طراز المورثة المؤلفة بينا كلا من الأبوين يقدم كمية متساوية إلى أطفالهم ولكن أيضاً يؤخذ في الحسبان أن عدداً كبيراً من الناس يقدم النمو لبيعية وأحد الخلاصات المهمة هي الاختلافات بين الأفراد من نوع المجموعة بالنسبة للصفات البيئية المتنقلة سوف تكون منخفضة عما إذا كانت الصفة منقولة بيولوجياً . واللغة هي السبيل لمثل متطرف وذلك باعتبار أن التماثل في لغة التخاطب بين الناس في عشيرة ما ضرورة للعلاقات والاتصالات وكثير من تقاليد الناس الاجتماعية تتبع نفس المظهر للانتقال . وعند هام آخر للسلوك هو تأثير العمر لأشخاص معينين من القيادات السياسية والمدرسين . وقد أخذ كافاللي سفورزا وفلدمان Cavalli-Sforza and Feldman نماذج محتملة للانتقال والتعلم بنشء من التفصيل .

بالرغم من أن أسس الوراثة البيئية والبيولوجية مختلف تماماً فإن التميز بين طريقتي الانتقال ليست بسيطة . وفي الواقع فإنه لا يوجد طريق لعمل مثل هذا التميز إلا إذا أمكن لأحد دراسة التبنى ثم يختبر التلازم بين الأفراد بكل من الأقارب البيولوجيين وبالتبنى . وأكثر تخصيصاً فإنه يجب دراسة العلاقة بين المتبنى وأقاربه الحقيقيين أو البيولوجيين (الأبناء الإخوة الأشقاء) على أحد الجوانب وبينه وبين أقارب التبنى أو الجانب الآخر . العلاقات الأولى توضح بالطبع الطراز البيولوجي للتوارث أما الأخيرة فتوضح الطرز الأخرى بما فيها الثقافية . ومن الناحية العملية ، قد لا تعرف الأقارب البيولوجيين إذا ولد الطفل سفاحاً والأب غير معروف ؛ حيث توجد هذه الحالة في كثير من حالات التبنى . وأكثر من ذلك ، نجد أن عقم أبوى التبنى من أكثر أسباب التبنى شيوعاً ، ولذا يصعب وجود إخوة بالتبنى . وبالإضافة لذلك ، نجد أن الطفل المتبنى يأتي عادة من عائلات أفقر ، مما يرجح تميز العينة ، أو أن مؤسسات التبنى تستخدم مواصفات غير واضحة للتلازم ما بين عائلات التبنى والعائلات البيولوجية . وأخيراً ، فإن الفترة ما بين الميلاد والتبنى قد تؤثر على الطفل المتبنى كما رأينا فيما سبق (سكار

وفنبرج (Scarr and Weinberg ١٩٧٦) . هذه التعقيدات مجتمعة ، بجانب ندرة عملية التبنى بشكل عام ، جعلتنا ننصح بالتعامل مع هذه النتائج بحذر . وبرغم الصعوبات ، فإن حالات التبنى تمثل إضافة أساسية في مجال اختبار التوارث البيولوجي مقارنة بغيره من طرز التوارث . ولقد استخدموا خصوصاً في دراسة الصفات السلوكية التي يعتقد في أهمية العامل الاجتماعي الحضارى في إنتقالها عبر الأجيال (كافلى - سفورزا Cavalli-Sforza - ١٩٧٥) .

وقد لاحظ إيفز Eaves (١٩٧٦) الانتقال الحضارى في الصفات المتصلة مستخدماً نموذجاً منبئياً على تأثير الآباء على الأبناء . ولقد استنتج مهما كان المصدر المحد للاختلافات المتوارثة حضارياً ، فمن المتوقع أن تقود هذه الاختلافات إلى اختلافات يفيقة بين العائلات . وهو أمر معقول تماماً ، حيث يؤثر الآباء على أبنائهم بطرق شتى من خلال اللغة والعادات الاجتماعية والتعليم . وإذا كانت الاختلافات الحضارية تعزى جزئياً إلى اختلافات وراثية ، يتوقع في هذه الحالة حدوث تباين متصاحب لكل من التباينات الوراثية والحضارية ؛ وهذا ما وجد في المجاميع المختلفة من النتائج المناقشة فيما قبل . وقد رجح إيفز أيضاً أن دراسات التبنى تعد من أقوى الطرق لاختبار هذه المقولات .

ومن المهم أن نتأكد من أن الصفات من المحتمل أن تبدي انتقالاً حضارياً . وعلى سبيل المثال فإن قياسات « التطرف » في استطلاع المواقف الاجتماعية أهدت طرازاً من الانتقال يتمشى مع وجود مكون للتوارث الحضارى على الأقل . وعلى النقيض من ذلك ، فباستخدام التوائم ، لم تبد قائمة تحليل الشخصية المعدة لقياس الذهانية والعصابية والانبساطية والميل للكذب إلا تأييداً بسيطاً لوجود أى دور رئيسى لتأثير الآباء على الأبناء (إيفز وإيزنك Eaves and Eysenck ١٩٧٧) .

من الأمثلة الرائعة لأحد نماذج التوارث الحضارى ما يتمثل في صفات ضارة مثل مرض كورو (قسم ١١ - ١) . يعتقد الآن أن هذا المرض ينشأ عن فيروس ينتقل ببطء بسبب عادة أكل أنحاج الأقارب الموق . نرى هنا انتشار المرض كنتيجة للضغط على أفراد المجموعة للتوافق مع هذا المسلك الحضارى الضار . في أقصى المعدلات المسجلة للمرض في الخمسينيات وجد أن ١٪ من أفراد عشيرة فور بفينيا الجديدة تموت سنوياً ، مع انتشار الحالة النشطة للمرض في ٥ - ١٠٪ من السكان . من الصعب تصور استطاعة أى مجموعة أن تبقى طويلاً على مثل هذه العادة السيئة (يعتقد أن مرض كورو ظهر عام ١٩١٠) . ومن الأمثلة الأخرى على التطور الحضارى ذو التأثيرات الأكثر امتداداً حالة نقص اللاكتيز الموجودة على المستوى العالمى (قسم ٣ - ٤) .

وتبعاً للرأى ماى May (١٩٧٧) يتضح أن هنالك صعوبات رياضية هائلة فى سبيل الفهم الكامل للتداخل بين الجنور الحضارية والبيولوجية . والمعادلات العامة المحددة للتكرارات الجينية فى الأجيال المتتالية ليست فقط غير طويلة ، ولكن تتضمن أيضاً تكرارات من الأجيال السابقة (فلدمان وكافالى سفورزا - ١٩٧٦) . وقد تتفق مع اقتراح ماى بأن إدماج التوارث الحضارى فى النظرية الكمية من المحتمل أن يؤدى إلى تقدم ملموس ، ولكن يجب أن نؤكد على ملحوظة إيفر الخاصة بأهمية العثور على الصفات التى من المحتمل أن تبدى فعلاً توارثاً حضارياً . عند هذه المرحلة ستكون أهمية التوارث الحضارى فى حقل وراثية السلوك واضحة . وأياً كانت المحصلة ، فإن البرنامج الوراثى المتضمن فى جالة التوارث الحضارى يجب أن يكون مفتوحاً بدرجة كبيرة . وكثير من الصعوبات الخاصة بدراسة السلوك البشرى كما ذكرناه فى هذا الفصل تكمن فى السلوك المكتسب خلال حياة الفرد الذى يتحدد بواسطة البرامج المفتوحة .

ملخص

يخضع الذكاء فى العشائر للتحكم الوراثى والبيئى ، مع كون الوراثة أكثر أهمية . جاءت هذه النتيجة من اختبارات الذكاء فى مجاميع من الأفراد ذات علاقات القرابة المختلفة والمرباة معاً أو بعيداً عن بعضها . وهنالك استنتاجات مماثلة من دراسات الأبناء بالتبني والأبناء الطبعين .

وتقديم تفسير مرضى للاختلافات المعروفة فى معامل ذكاء (IQ) السود والبيض يعد مستحيلاً ، حيث أن الأوضاع التجريبية المناسبة لدراسة السلالتين تحت ظروف بيئة متطابقة غير ممكنة التنفيذ . وقد حلت هذه المسألة فى الحيوانات التجريبية ، لإمكانية الحصول على مايلزمن من تراكيب وراثية والتحكم فى الظروف البيئية .

أدى الاهتمام الزائد بالذكاء للأسف إلى وجود أعمال قليلة على النواحي الحسية والادراكية والحركية الأقل تعقيداً . ولا شك أن تقدماً ملحوظاً يمكن إحرازه فى تحليل الشخصية والقدرات العقلية إذا ما بذلت الجهود الكافية فى هذه المجالات .

كل الصفات السلوكية ذات التباين المتصل ، بما فى ذلك الاجرامية والسلوكية المضادة للمجتمع ، محكومة بالتركيب الوراثى والبيئة والتداخل بينهما (وذلك باستثناء الجانية) . وتعد الحضارة (أو الثقافة) أحد المكونات الرئيسية للبيئة ، حيث تتم المحافظة على الاختلافات بين العائلات والمجاميع الاجتماعية عن طريق التوارث الاجتماعى الحضارى وعلى أى حال ، فلدور الانتقال الحضارى فى الوراثة السلوكية للإنسان لم يتم توضيحه حتى الآن .

قراءات عامة

GENERAL READINGS

- Bodmer, W. F., and L. L. Cavalli-Sforza. 1976. *Genetics, Evolution and Man*. San Francisco: Freeman. Perhaps the best modern account, and presented in a non-mathematical way. A chapter on behavior genetics is included.
- Jensen, A. R. 1973. *Educability and Group Differences*. New York: Harper & Row. A presentation of the author's approach.
- Loehlin, J. C., G. Lindzey, and J. N. Spuhler. 1975. *Race Differences in Intelligence*. San Francisco: Freeman. A useful overview of this complex area.
- Mittler, P. 1971. *The Study of Twins*. Gloucester, Mass.: Peter Smith. A very readable account of twins in behavior-genetic research covering many of the traits considered in this chapter.
- Penrose, L. S. 1963. *The Biology of Mental Defect*, 3d ed. London: Sidgwick & Jackson. A classic treatment of mental defect in broadest terms.

الفصل الثالث عشر

السلوك والتطور

١٣ - ١ التطور

التطور هو نمو الكائنات عبر الزمن عن طريقة التباين في البقاء في كل جيل من أفراد النسل ذات الصفات المعنية . وفي أحد المراجع الحديثة للنويزانسكي وآخرين Dobzhansky et al (١٩٧٧) نجد التعريف التالي :

التطور العضوي هو سلسلة من التحولات الجزئية أو الكاملة الغير رجعية في التكوين الوراثي للعشائر ، المعتمد أساساً على تغير تفاعلاتها مع البيئة . وهو يتكون أساساً من التشعب التكيفي في البيئات الجديدة ، والاتزان في مقابل التغيرات البيئية الحادثة في مسكن معين ، ونشأة طرق جديدة للارتفاع بالمساكن الموجودة . هذه التغيرات التكيفية تعطي أحياناً درجات أعلى من التعقيد في الطراز التكويني ، والتفاعلات الفسيولوجية ، وأوجه التداخل بين العشائر والبيئات التي تعيش فيها .

ونظرية التطور بالفعل هي الأساس الموحد في علم الحياة . وحتى ظهور نظرية التطور فإن اختلاف الكائنات ومظهر توزيعهم وسلوكهم وملاءمتهم للبيئة وكذلك التداخلات مع كائنات أخرى تبدوا على أنها ترتيبات من ملاحظات غير متناسقة . وتاريخ ظهور نظرية التطور الحديثة الموحدة لهذه الملاحظات قد نوقش في العديد من الأماكن ومن مختلف الاعتبارات الهامة (انظر المراجع الخاصة بالقراءات العامة في نهاية هذا الفصل) .

بالرغم من أنه في ١٩٣٠ فإن كثيراً من النظريات المعارضة التي تشرح السبب الأساسي للتطور اندمجت مع نظرية الخلق في التطور . ولم تنشأ نظرية الخلق عن طريق أحد العلميين ولكن على مر ١٥٠ عاما تجمعت أدلة حقيقية وخلاصات نظرية مستلهمة قوة دافعة في ١٨٥٩ عندما نشر شارلز دارون Charles Darwin كتابه بعنوان أصل الأنواع The Origin of Species .

وهذه بالتأكيد هي الخطوة المفاجئة في نظرية الخلق في التطور . والفكرة التي عرفها

دارون والمدمعة بالمستندات هي الانتخاب الطبيعي ويعنى هذا أنه من بين الأفراد المختلفة في العشيرة فإن البعض له احتمالات عالية في الحياة عما يفعله الآخرون . بينما لا يعرف دارون شيئاً عن طبيعة وسبب الاختلافات الوراثية وحقيقة فإن فكره بالنسبة للموضوع ليس واضحاً أو ثابتاً . وهذه أحد الأشياء اللافتة للنظر بالنسبة للعلم وبحاول الإنسان أن تكون الإجابات على هذه المعضلة التي نشأت في وقت دارون . ومن وقت إقرار مندل في العديد من البحوث بالنسبة للوراثة في البسلة في ١٨٦٦ والتي أدت إلى معرفة أساسيات الوراثة والتي أظهرت في شكل حديث في فصل ٢ . بالرغم من اهمال ورقة مندل حتى أعيد اكتشافها أخيراً بعد ثلاثة عقود بالتعاون على المشاركة وكذلك تجارب التربية التي أقيمت في العقد الأول من هذا القرن .

وتعتبر نظرية الخلق أنها وليدة تعاون من الدارونية والمندلية . وقد استغرقت هذه النظرية ٣٠ سنة حتى عرفت في ١٩٣٠ . وجزء من السبب في استغراق هذا الوقت هو أن دارون كان يدرس الصفات المتصلة مثل الطول والوزن بينما كان يعمل مندل والرعيّل الأول من الوراثيين على صفات منفصلة مثل الطول مقابل القصر في البسلة . والحقيقة أنه لم يمّ حتى ١٩٣٠ عمل الطرق الحسابية وفهمها في معرفة أن الصفات الكمية يمكن أن تفسر على أنها تحكم بالعديد من الجينات المنفصلة التي تعمل تلقائياً (فصل ٢) . والعلماء الثلاث الانجليز الذين أثروا في إعادة الترتيب هم ر. أفيشر R.A.Fisher و ج.ب.س هالدان J.B.S.Haldane والعالم الأمريكي البارز سويل ريت Sewall Wright

والانتخاب الطبيعي يفضل أفراد معينة في العشيرة وبالتالي فإنه يغير الجينات التي تحكم الصفات . وهذا يعنى أن التركيب الوراثي للعشائر يتغير ببطيء نتيجة فعل الانتخاب الطبيعي . الانتخاب الصناعي (فصل ٥ و ٦) إذا ما كان مختلف القطعان الدخيلة من الحمام أو الكلاب فإنه يسلك نفس الطريق الذي يسلكه الانتاء الجغرافي والضوء في الدروسوفلا في النشاط في القوارض . ويمكن أن يلاحظ من الفصول السابقة بأن السلوك له دور مهم ومؤكد في التغيرات التطورية حيث تستحدث بالانتخاب الطبيعي والصناعى (انظر فصول ٨ حتى ١٠) . والوقت الآن ملائم لمناقشة دور السلوك في التطور نفسه بتوفيق أكثر .

١٣ - ٢ مكونات الملائمة في الدروسوفلا

إذا عرفنا ملائمة تركيب وراثى كمقدرة نسبية للتوزيع في الأجيال المستقبلية ، فما هو دور السلوك في الملائمة ؟ ويمكن أن ينظر للملائمة بدقة أكثر على أنها متوسط عدد النسل المتبقى من تركيب وراثى معين بالنسبة للمتبقى من تراكيب وراثية أخرى .

ويمكن أن نضيف إلى هذا الحد التعقيدات بأن ملائمة تركيب وراثي تعتمد على البيئة أو البيئات التي يتعرض لها . وأقفاص العشائر التي تحوى أزواج من تركيبات كروموسومية من دروسوفلا سيلوايسكيورا عادة ما تعطى توازن ثابت على درجة ٥٢٥ سنتجراد حيث يوجد أحيانا تركيبات كروموسومية خليطة أكثر ملائمة من التركيبات الأصلية المتوافقة (ريت دوزيرانسكى Wright and Dobzhansky ١٩٤٦) وهذا هو الموقف الذى يتوقع فيه توازن ثابت كما هو موضح فى قسم ٤ - ٢ . وكما هو متوقع بالتالى من الوجهة النظرية فإن التوازن الثابت يحدث بصرف النظر عن بداية معدلات التركيبات الكروموسومية ومهما يكن فإنه يحدث على درجة ١٦,٥ سنتجراد تغيرات طفيفة فى المعدلات فى أقفاص العشائر وعلى درجة ٢٢ سنتجراد فإنه ينشأ موقف وسط حيث يظهر بعض وليس كل العشائر ثابت الاتزان (فإن فالن ليفين وبيردمور Van Valen, Levine and Beardmore ١٩٦٢) . وتعرض هذه النتائج اعتماد الاتزان وبالتالي الملائمة النسبية للتركيب الوراثية على البيئة وفى هذه الحالة على الاختلافات فى درجات الحرارة . وزيادة على ذلك فإن قياسات الملائمة تطبق فقط على التركيبات الوراثية فى العشيرة المعطاه حيث تبين الأساس الوراثي ويؤثر على الملائمة كما يتضح من هبوط معدل التركيبات الخليطة فيما بين هجن العشائر فى دروسوفلا سيلوايسكيورا (دروزيرانسكى ١٩٥٠) . والأجهزة الحديثة فيما بين العشائر تكون معاونة فى الأقلية داخل وبين كروموسومات ولكن ليس بين العشائر . ولذلك فلا يمكن أن نتحدث عن الملائمة كأحد الصفات المميزة تنطبق على جين معين أو تركيب كروموسومى بلون كفاءة . ويمكن أن نلخص أن اعتماد الملائمة على البيئة وعلى الجينوم ككل يجعل من المستحيل أن تعريف الملائمة كمقياس غير متباين متلازم مع تركيب وراثي أو كروموسومى معين .

وليس من الصعب أن نرى أن معظم ان لم يكن ككل من مقاييس السلوك التي نوقشت فى هذا الكتاب ترجع بطريقة ما إلى الملائمة الكلية للكائن وفى الحقيقة فإنه لا يمكن أن تعتبر صفة سلوكية متعادلة كما تعتبر الملائمة . وحتى لو أن الصفة تصف علاقة واضحة بالملائمة فلا يعنى هذا أنه ليس هناك تأثير ، ونقص تأثير واضح قد يعكس ما نحن فيه من جهل مؤقت . وعلاوة على ذلك فاعتبار السلوك تماما كمكون للملائمة يكون من الضروري الخروج من المواقف الاصطناعية العملية إلى عالم الحقيقة - فالمشكلة الموجودة تتميز بصعاب تتعلق بالنوع المنتخب . ومن الضروري أيضاً اعتبار أن توزيع السلوك يغير فى المحتوى الجينى وكذلك فعل الجينات التي تتحكم

أو تحكم السلوك والتي تعنى بالأخص هذا الكتاب ويرجع ذلك إلى أن الملائمة تعرف على أنها اصطلاحات لتوزيع التراكيب الوراثية في الأجيال المستقبلية والذي يؤكد أن تأثير السلوك على العمليات التطورية هي نتيجة ذات أهمية وسط . وأخيراً يمكن أن يتضح من هذا الفصل أنه عند خروج الباحث بعيداً عن معمله أى البيئة البرية فإنه يمكن أن يجد أن من غير المعقول فصل السلوك عن العوامل البيئية .

ومن سوء الحظ فإنه في أى تجربة يمكن فقط قياس بضع (أو واحدة فقط) من عوامل الملائمة . والسؤال عن معنى التطور يعنى العلاقات من عوامل الملائمة . وهناك أدلة في دروسفلا ميلانوجاستر أن الذكور التي تتقابل بسرعة يتساقداً أكثر غالباً وبنجاح أكثر ويختلف كثير من النسل (فولكر ١٩٦٦ Fulkner) . والتعدد المظهري المتغير في دروسفلا هسينوايسكيورا على كلا الأصيلين . وقيمة النقص في الذكور بالنسبة للأصيلين تباين بالنسبة لتركيب الأنثى التي يتراوح معها الذكور موضحة التداخل التزاوجي . ومكونات ملائمة اليرقة بسيطة بالنسبة للملائمة الحشرة البالغة وبالأخص بالنسبة للذكور . ولذا فإن بروت Prompt أوضح ضغط الاحتياجات لعدد ضئيل من مكونات الملائمة التي تشمل دورة الحياة كلها والقابلة للتقييم التجريبي . وقد اختبر معايير الملائمة بمحاولة إظهار كفاءة الانفرالات التجريبية لعشائر الطفرات نفسها . وتتفق النتائج تماماً مع التوقعات . ولذا فإن معايير الملائمة يمكن احصاؤها لمعظم كفاءة العشائر التجريبية . ونحتاج إلى تجارب أخرى لبحث دخول حسابات مقاييس الملائمة مع كفاءة العشيرة باستعمال مدخل بهذه الطبيعة وبالأخص أنه يدلوا ضروريا التعميمات بالنسبة لمجاميع من البيئات .

ومن المحتمل أن يتعلم اجتذاب العديد من المواضيع على التباين الانزيمي وهناك الآن تجارب نقص بالعلاقة بين التباين الانزيمي والصفات السلوكية . وقد درس اسلند Aslund (١٩٧٧) استنباط انزيم اللبوسين امينوبيتيديز ، متعدد الشكل الظاهري في دروسفلا ميلانوجاستر واستخلص بأن الميكانيكيات الفعالة للتعدد المظهري يدلوا أنها تفوق سخطيط للسلوك التزاوجي المقاسة بالعديد من الطرق بالنسبة لكلا الجنسين . وأوضحت بياناته أن التفوق يكون أعلى على درجة ٢٥° مستجراً عما هي على درجة ١٦° مستجراً ولا يوجد تفوق تزاوجي بالفعل على درجة الحرارة الأخيرة . ويوضح جدول ١٣ - ١ ذلك بالنسبة للمقاس لكل الخاص بقوة التزاوج الذكري . وعدد الإناث الملقحة بذكر واحد خلال ٢٤ ساعة . والمعدل المنخفض للتلقيح على ١٦° سننيمترات تكون واضحة من تجارب ماك كنزى McKenzie (١٩٧٥) على درجة حرارة

٢٥, سنتجراد ، فإن التركيب الكروموسومى الخليط يتفوق في المقدرة الفطرية للزيادة في العدد عرف هذا بواسطة أندرورارثا و بيرش (Andreuotha and Birch ١٩٥٤) كإقصى معدل للزيادة تحدث العشيرة تحت ظروف معينة وتعتبر التراكيب الكروموسومية الخليطة أيضاً متفوق على الأصلية التركيب الكروموسومى بالنسبة لحجم العشيرة ، الإنتاج ، الحيوية من البيضة إلى البلوغ ومعدل التعديل أو التزاوج . وبالنسبة للسلوك التزاوجى فإن تركيب الذكور الكروموسومى لهم جدا بالنسبة لمعدل التزاوج في دروسوفلا بسيلوأسكيورا ، كما في دروسوفلا ميلانوجاستر (سبيس ، لانغر وكذلك سبيس Spiensfangu & Spicus ١٩٦٦) ونتيجة هذه الصفات المتباينة في دروسوفلا بسيد وابسكيورا عرفت أساسا بمختلف الباحثين في تجارب عملت في أزمنة مختلفة (وللمراجع - أنظر برسون Parsons ١٩٧٣) . والعلاقة النسبية بين هذه المكونات في عشيرة معطاه غير ملائم اكتشافها بالرغم من أنها ذات أهمية خاصة في دراسة الملائمة الكلية للكائنات .

وقد وصف بروت Prout (١٩٧١ أ ، ب) نظاما تجريبيا لاحتواء مكونات معينة للملائمة متزامنة في دروسوفلا ميلانوجاستر . واستعملت الطفرة المتنحية لعدم وجود العين (ey^2) وكذلك طفرة Shaven . وهذا الكروموسوم قصير جدا (انظر شكل ٢ - ٣) والاتحادات لا تكون مناسبة كمصدر للتعقيدات . وتعتبر حبة المرققات في كلا الجنسين من المكونات المحسوبة للملائمة وللبالغين مكونات إحداهما يمثل الأثنى الخصبة والآخر المقدرة التزاوجية للذكر (نشاط أو ذكورة) ومكونات البالغين هي الأكثر أهمية ولذا فإن الإناث ذات التراكيب ey^1ey^2 وكذا ey^2sv^2 تتفوق على

جدول ١٣ - ١ : عدد إناث الدروسوفلا ميلانوجاستر الملقحة بذكر خلال ٢٤ ساعة

تركيب الذكر الوراثي	عدد الإناث الملقحة	
	25°C	16°C
Lap-A ⁺ A ⁺	10.10 ± 0.301	3.60 ± 0.238
Lap-A ⁺ A ⁰	11.30 ± 0.300	3.53 ± 0.361
Lap-A ⁰ A ⁰	9.97 ± 0.323	3.63 ± 0.247

كل المتوسطات أساسها ٣٠ تكرارا

المصدر اسلند Astad (١٩٥٥)

والذكور الخليطة تتفوق أيضاً على معدلات التزاوج وعلاقتها بدرجات الحرارة في

دروسوفلا ميلانوجاستر . ومرة أخرى نرى اعتماد الملاحظة النسبية على البيئة (انظر اسلندوراسميوسن *Aslund and Rasmuson* (١٩٧٦) ومثال آخر هو التعدد المظهري للتشابه الانزيمى لاستيريز - ٦) .

وفى معظم الأمثلة السابقة فإن سلوك التزاوج الذكرى يعتبر المكون الرئيسى فى الملائمة . وهذا يتوافق والتجارب التى أجريت مبكرا لمزل *Merrell* (١٩٥٣) الذى وجد تغيرات فى معدل الجينات فى العشائر التجريبية فى دروسوفلا ميلانوجاستر حيث تتضح من الاختلافات السلوكية للتزاوج الذكرى . ففى الأنواع الجديدة الاستوائية لأمريكا الجنوبية من دروسوفلا بافانى *D.Pavani* فإن الذكور الخليطة بالنسبة للترتيب الجينى المتعدد فإنها تفوق فى النشاط التزاوجى متوافقا مع الطراز الكروموسومى تماثل لنفس العشيورة . (برنسك وكورف سانتيانز *Brunck & Santibanez* ١٩٦٤) . وعلى الجانب الآخر ففى دروسوفلا (سيس ولانجر *Spreng and Yanger* ١٩٦٤ b) وبالرغم من أنه يمكن استخلاص أنه على الأقل فى المعامل فإن الاختلافات السلوكية فى التزاوج الذكرى بين التراكيب الوراثية يكون من الأهمية فى تغير التجمعات الجينية فى الأجيال المتتالية .

وحتى بالسماح للصعوبات التى تعترض فى تفسير التجارب المشتملة على الجنسين (قسم ٤ - ٢) فإنه يكون من الصعب أن يتعد الاستخلاص عن أن السلوك التزاوجى وخصوصا الذكرى بشكل مكونا هاما فى الملائمة وفى العديد وليس كل الحالات هناك أدلة مساعدة على تفوق الخليط . بالرغم من أن نوع من صفات الملائمة التى تشتمل على التزاوج من تفوق الخليط أصبح أكثر تأكيدا تحت بيئات متباينة وبالأخص درجات الحرارة (بارسونز *Parsons* ١٩٧٣) . وحيث أن درجة الحرارة هى المتغير المبدئ المشترك فى توزيع ووفرة الدروسوفلا (بارسونز *Parsons* ١٩٧٨ أ) ولذا يجب أن نستخلص أن التأكيد التطورى الخفيف للنتائج المناقشة هنا يكون من الصعب تهديد بدون التفسير على أساس الطبيعة عمل من الصعوبة فى حشرة بمجم الدروسوفلا .

وبالرغم من المناقشات فى قسم ٦ - ٥ و ٨ - ٢ يمكن أن تقول أن هناك بيانات جيدة من عديد من المصادر لتأثير أن :

- ١ - سرعة تزاوج الذكور تتعرض لانتخاب مباشر بالنسبة لسرعة التزاوج
- ٢ - بدون نوعيات معينة فإن سرعة التزاوج تميل بأن يتحكم فيها التركيب الوراثى للذكور الموجودة بينا التركيب الوراثى للأنثى قد يتقرر أهميته بالنسبة للتزاوج البطيء .

- ٣ - سرعة التزاوج تتلازم مع الخصوبة وعدد النسل .
- ٤ - إذا ما كانت الدراسة لها علاقة بمكونات أخرى للملائمة التي تشتمل على كل دورة الحياة وتعتبر سرعة التزاوج هي أهم المكونات في جنس الدروسوفلا .
- ونتيجة لذلك فإن الإنتاجية المتتالية للذكور تختلف اختلافاً بيناً أكثر بكثير عن الإناث وهذه بالتأكيد حقيقة من التجارب العملية في الدروسوفلا . ولكن تريفرز *Trivers* (١٩٧٢) اعتمد على أمثلة حقلية في مجموعة من الكائنات تتضمن البعوب والبايون والضفادع ودواجن البراري وطيور الطيهوج وعجل البحر الضخم وذباب الروث وبعض السحالي . وكما أشار تريفرز فإن التفسير يكمن في عطاء الأبوين من كلا الجنسين في صفرهم . فإذا كانت الإناث مثلاً أكثر عطاءً بشكل معنوي عن الذكور ، فإنه من الطبيعي أن تنفرع الذكور للتنافس فيما بينها للحصول على الإناث لتتزاوج معها ، وهذا ما اتضح سابقاً من جنوا ، ٤ - ١ . ويذهب تريفرز في مناقشة لاستراتيجيات العطاء عموماً إلى أبعد من ذلك ، مما يتعدى مجال مرجعنا الحالي .

١٣ - ٣ انتخاب المسكن : في الدروسوفلا أساساً

بما أن هذا المرجع يعد مرجعاً في وراثة السلوك ، ففي مناقشتنا لتفضيل المسكن سنقتصر على عقد المقارنات داخل وبين الأنواع شديدة القرابة . لنأخذ الدروسوفلا في الاعتبار أولاً . هنالك عرض عام للوراثة السلوكية والبيئية في هذا الجنس قدمه بارسونز *Parsons* (١٩٧٣) . فيوجد على سبيل المثال ، اختلافات بين الأنواع بالنسبة لتفضيل الطعام ، وهذه الاختلافات متلازمة مع تباينات التوزيع الموسمي والجغرافي (دوبرانسكي وبافان *Dobzhansky & Pavan* - ١٩٥٠) . يبدو أن تباين الانجذاب لأنواع معينة من الخميرة يمثل أحد العوامل في هذا المجال (دوبرانسكي وآخرون ١٩٥٦) . وفي مجموعة لدروسوفلا هاواي شديدة التباين تبدو أهمية عوامل بيئية مثل شدة الرياح والرطوبة والحرارة وشدة الإضاءة (كارسون وآخرون *Carson et al.* - ١٩٧٠) . ويبدو أن كثيراً من الأنواع تنفادى تيارات الرياح وشدة الإضاءة المعتدلتين ودرجات الحرارة التي تزيد عن ٢١°م والرطوبة التي تقل نسبتها المثوية عن ٩٠ .

لذلك فليس من المستغرب أن في الجو الملبد بالغيوم ، الذي تصل فيه الرطوبة إلى ١٠٠٪ وخصوصاً عند سقوط رذاذ الأمطار فإن حشرات هذا النوع تميل للتحرك إلى أعلى في ما هو متاح من مساحة خضراء ، ويمكن أن نثر عليها على السطح السفلي لأوراق وأغصان من النباتات عند ارتفاعات تصل إلى حوالى ١٠ أقدام من سطح

الأرض . وفي الأيام المشمسة عديدة السحب التي تنخفض فيها الرطوبة ، تختفى الحشرات بسرعة . حيث تبحث عن المساحات الصغيرة ضعيفة الإضاءة التي تزداد فيها الرطوبة وتقل شدة الإضاءة . وبالتالي فإننا نجد هنا تكيفا مرتبطا بالظروف البيئية السائدة .

تبدى الدروسوفلا نطاقا من التباين بين أنواعها ، حيث نجد ما يعتمد على نوع نباتي واحد معين (أحادى الغذاء *monophagous*) وما يعتمد على العديد من العوائل النباتية (متعدد الغذاء *Poly phagous*) . يمكن تربية عدد من الأنواع متعددة الأغذية على البيئات المعملية ، وهو أمر أكثر صعوبة بالنسبة للأنواع أحادية الغذاء . ويبدو أن الأنواع أحادية الغذاء قد تكيفت لمواقعها الخاصة بينما تكون الأنواع متعددة الغذاء ذات إحتياجات أقل تخصصا . وأنواع الدروسوفلا التي خضعت للدراسات وراثية السلوك تتبع المجموعة الأكثر انتشارا والأقل تخصصا بالنسبة للاحتياجات الغذائية . ومع ذلك نلاحظ اختلافات سلوكية وبيئية غامضة بين الأنواع شديدة القرابة .

يبدى بعض الأنواع التي يصعب تربيتها في المعمل طرزا سلوكية شديدة الدقة . سنشير هنا إلى أنواع هاواي التي تتميز معظمها بالتوزيع الجغرافي المحدود . ومن المحتمل أن بعض أشكالها السلوكية يندر العثور على مثيلها في أى مكان آخر (سبيث *spleth* - ١٩٥٨ ، كارسون وآخرون - ١٩٧٠) . أظهرت بعض الدراسات الحقلية والمعملية أن ذكور كثير من الأنواع التي تحفر وتلدغ عن منطقة صغيرة ولكن محددة لتمارس فيها الغزل والتزاوج (وتسمى *lek*) . والمناطق الإقليمية للأنواع لا تمهد عشوائيا لكنها تكون عند مواضع معينة من الغطاء الخضرى ؛ ولكل نوع أيضا بعض أوجه التفضيل المحكومة بالعوامل البيئية ، وذلك من حيث الضوء والرطوبة ودرجة الحرارة والظروف المكانية . وتكون المناطق الإقليمية قريبة ، ولكن منفصلة عن مواقع التغذية . يرتبط بذلك ظهور ثنائية المظهر الجنسية . هذه الأنواع تبدى الطراز الأصل الخاص بعائلة الدروسوفلا ، ولكن يزيد عليه الإقليمية والعنانية وميل الذكر للإعلان عن نفسه ، ويتصاحب هذا كله مع انفصال مواقع الغزل عن مواقع الغذاء . والذكور لا تدافع عن مناطق التغذية ، حيث تلبو وكأنها اجتماعية ، ولكن عند مواقع غزلها وتزواجها الخاصة *leks* تظهر قوتها . ووجود هذه المواقع (*leks*) يشجع تباين الذكور . بالنسبة للنجاح التكاثرى ، وهذا ما ناقشناه في نهاية القسم السابق . ورغم أن مجموعة دروسوفلا هاداي مدروسة بدرجة أقل ، فإن تداخل الوراثة والسلوك والبيئة الذى يعد أساسيا فيها سيجعل من الاهتمام بها أمرا واردا لمزيد من فهم التطور البيولوجى لهذا الجنس .

تبدى أنواع هاواي من التباين ما يجعل من بين أنواع العالم ، المقدرة بعدد ١٥٠٠ - ٢٠٠٠ نوعا ، تصل أعداد المجموعة المذكورة والأنواع التابعة للأجناس القريبة (*droropilation*) فرهاواي إلى ٥٠٠ نوعا معروفا ، ومن المحتمل أيضاً وجود ٢٠٠ نوعا أو أكثر تابعة للجنس شديد القرابة *Scaptomyza* والأجناس القريبة (*Scaptomyzations*) . هذا الانفجار في التباين الذي حدث في جزائر هاواي يمثل تشعباً تكيفياً مماثلاً للملاحظة داروين في عصافير الحسون الدورية *finches* في جزائر جالاباجوس (دوبرانسكي - ١٩٦٨) . ومن المحتمل أن التشعب التكيفي قد ظهر بناء على فرصة وصول نوع أو نوعين متشابهة الهيئة الكروموسومية إلى الجنر (كارسون وآخرون - ١٩٧٠) . وما سيم من أعمال في المستقبل على هذا التباين المدهش للأنواع ، سيكون هاما بالنسبة للدراسي وراثية السلوك والتطور البيولوجي ، فهذا مجال للأرضية المشتركة بينهم .

ولا تقل دراسة المجموعة الاسترالية للدروسوفلا عن دراسة مجموعة هاواي أهمية . هذه الدراسة الحديثة أظهرت وجود نوعين أو أكثر من الأنواع كبيرة الأجنحة التي تتخذ أماكن محددة للغزل والتزاوج في أعماق الغابات المطيرة مستخدمة ، بعكس مواقع أنواع هاواي ، السطح السفلي من الفطريات الدعامية *bracket fungi* كمواقع للغزل (بارسونز ١٩٧٧ ، ١٩٧٨ b) . يملو الجانب السفلي للفطريات أيضاً أو على درجة خفيفة من اللون الرمادي أو البني ، مما يشجع بقوة ميل الذكور للظهور وكثيرا ما يوجد العديد من الحشرات ذات الانتشار المنتظم تقريبا أسفل هذه الفطريات . وبما أنها تعد مواقع للتزاوج فلا بد وأن تحتوي على أعداد زائدة من الذكور ضمن المجموعة الكلية الموجودة أسفلها ، كما يظهر من جدول ١٣ - ٢ . أما انجماع الأقل المشاهدة على الفطريات الملساء ، التي تعد مواقعاً لوضع البيض ، ومصادر تغذية اليرقات في هذه الأنواع ، إذا أبدت أفضلية ما فلأنها تكون للإناث . وبعد انفصال موقعي التغذية والتزاوج في الأنواع الاسترالية وأنواع هاواي نموذجاً للتطور المتوازي في سلوك الدروسوفلا الخاص باختيار موقع الغزل ، وذلك في تحت الجنس *Droropbila* ، *Hirtodrosophila* بالترتيب . ويمكن استنتاج أن هذا التطور المتوازي يعتمد على تشابه يبي رئيسي حيثما تقل وطأة الحرارة والجفاف لمدد طويلة ، مما يسمح بظهور طرز سلوكية معقدة . والواقع أن الظروف البيئية الضرورية توجد في استراليا فعلا في أعماق الغابات الممطرة عندما توجد الفطريات الدعامية في مناطق سكنية صغيرة ذات شدة إضاءة منخفضة ، وحيث تكون قرية غالبا من الماء باستمرار .

لنأخذ الآن في اعتبارنا بعض الأنواع شديدة القرابة . نوعي دروسوفلا ميلانوجاستر

D. melanogaster و *D. simulans* متاثلان ظاهريا ، ويعتبران نوعين شقيقين (انظر قسم ٤ - ٢) . ورغم أنهما كثيرا ما يجمعان من نفس الأماكن ، إلا أنهما نوعان متميزان تماما . يتضح ذلك من عقم الهجين . من المفيد أن نستعرض (بارسونز - ١٩٧٥) بعض الاختلافات السلوكية والبيئية الدقيقة الملحوظة داخل وبين هذين النوعين ، حيث أن تربيتها في المعمل تتطلب نفس النظام ، مما يوحي بأن احتياجاتهما متشابهة على أقل تقدير . سنناقش فيما يلي بعض الدراسات المتعلقة بهذا الموضوع .

● السلوك الجنسي : تمنع ميكانيكيات العزل السلوكي الطبيعي التزاوج بين المجموعات المنعزلة غالبا . ويمكن تقسيم سلوك طرازي الذكور في المجموعتين إلى نفس العناصر الأساسية من غزل - وتوجه - واهتزاز - ولصق - واقتران - وذلك كما شرحنا في قسم ٣ - ٢ ، عند مناقشة الاختلافات بين طوافر دروسوفلا ميلانوجاستر . عموما تستغرق ذكور دروسوفلا سيمبولانز وقتا أطول لتبدأ الغزل ، وبالتالي يبدى عددا أكبر من أدوار التوجيه البسيط ؛ ومعنى آخر سلوك الغزل في النوع ميلانوجاستر يبدو أكثر نشاطا مما هو في النوع سيمبولانز (ماننج Manning - ١٩٥٩) . وعلى ذلك ليس هنالك اختلاف في الانتظام الأساسي للسلوك الجنسي في طرازي الذكور ، ولكن ذكور سيمبولانز أبطأ استشارة جنسية من ذكور ميلانوجاستر . أما إناث سيمبولانز

جدول ١٣ - ٢ : عدد حشرات *D. polypteri*، *D. mycetophaga* المجموعة من الجانب السفلي للفطريات الدعامة ومن جوار الفطريات الناعمة في الغابات

	<i>D. mycetophaga</i>			<i>D. polypteri</i>		
	♂	♀	المجموع	♂	♀	المجموع
الغابات الفطريات الدعامة	131	27	158	97	53	150
الغابات الفطريات الناعمة	10	12	22	7	13	20
المجموع الكلي	141	39	180	104	66	170
dependence للاستقلال χ^2		13.88*			5.35†	

* $P < 0.001$

† $P < 0.05$

(المصدر : بارسونز ١٩٧٨ b)

فهى أكثر استجابة للمظاهر المرئية في غزل الذكور وأقل استجابة للمنبهات التي يتم تلقيها عن طريق قرون الاستشعار ، وذلك بالمقارنة بإناث ميلانوجاستر . والحقيقة أن أنواع الدروسوفلا يمكن أن تنقسم إلى ثلاثة أقسام على أساس المكونات السلوكية للتزاوج وعلاقتها بالنسبة للاعتداع على الضوء (جروسفيلد Grossfield - ١٩٧١) : (١) أنواع

لا تتأثر بالظلام ، وهى تتضمن عدد من الأنواع واسعة الانتشار فى العالم ذات المواقع المتسعة مثل *D. melanogaster* (٢) أنواع يعيقها الاظلام ؛ ولكن التزاوج فى الظلام قد يحدث اختياريا ؛ مثل *D. simulans* ، (٣) أنواع يتمتع فيها التزاوج فى الظلام تماما . وهذه المجموعة تتضمن عددا من الأنواع ذات المواقع الضيقة المتخصصة ، وذلك مثل أنواع هاواى التى تبدو الاشارات المرئية فيها ذات أهمية خاصة كما رأينا . ورغم أن الاعاقة كاملة تقريبا إلا أنه يمكن الحصول على بعض الهجن تحت الظروف العملية . ويمكن توضيح أن درجة الانعزال تتباين بين السلالات (بارسونز - ١٩٧٢ b) ، ولكنها قوية فى كل الحالات . أما العوامل البيئية التى ثبت معمليا تأثيرها على مستوى الانعزال فتتضمن العمر ، وما إذا كان طريقة التزاوج الفردى أو الجماعى هى المستخدمة ، وفى الحالة الأخيرة تؤخذ نسبة الذكور أيضا فى الاعتبار (للمراجع : انظر بارسونز - ١٩٧٥) .

أنشطة الانتشار : وجد ماكنونالد وبارسونز *Mc Donald & Parson* (١٩٧٣) أن نشاط انتشار دروسوفلا ميلانوجاستر يفوق نشاط دروسوفلا سيميلانز . المقارنة بين النوعين فى حالة وجود أو عدم وجود مصدر ضوئى أظهرت أن *D. simulans* تعتمد بدرجة أكبر على وجود الضوء عن *D. melanogaster* ، وهذا يشابه ما وجد بالنسبة لسلوك التزاوج . وبالمثل وجدت استجابة أكبر للانعكاس الضوئى فى مدرجات شدة الاضاءة بالنسبة للنوع سيميلانز ، واستجابة أقل بالنسبة للنوع ميلانوجاستر (انظر بارسونز - ١٩٧٥ ، كاواينشى وفاتانبي *Kawanishland Watanbe* - ١٩٧٨) . كما تبدى دروسوفلا ميلانوجاستر توزيعا أكبر بالنسبة لشدة الاضاءة عن سيميلانز (شكل ١٣ - ١) . وعلى ذلك ففى كلتا الحالتين سلوك *D. melanogaster* كان أقل اعتمادا على الضوء عن سلوك *D. simulans* ، مما يرجح أن النوع ميلانوجاستر هو النوع ذو الموقع الأكثر اتساعا .

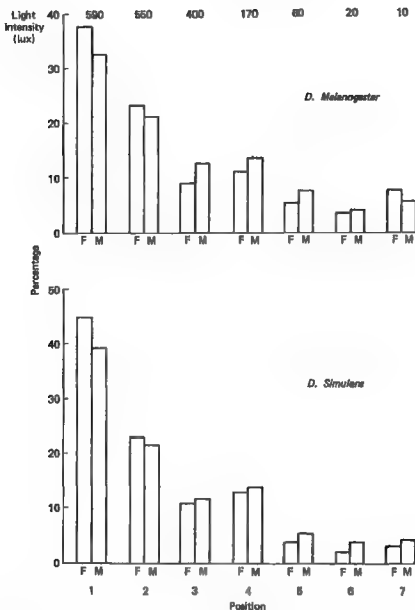
وضع البيض : فى تجارب المنافسة أبدت *D. simulans* ميلا لوضع البيض فى وسط وعاء التغذية أو على سطح الغذاء المحتوى على القشور ، بينما لا تميل *D. melanogaster* لذلك . بمعنى آخر ، قد يجعل الجفاف البيئة أقل مناسبة للنوع ميلانوجاستر (باركر *Barker* - ١٩٧١) . وعموما فإن نتائج وضع البيض شديدة التباين ؛ وقد وجد تاكواينشى وفنانابى (١٩٧٨) أن دروسوفلا سيميلانز تفضل وضع البيض فى المساحات ذات الاضاءة الأكثر شدة عن دروسوفلا ميلانوجاستر . بالإضافة ؛ فإن انتخاب البيض بناء على وضعه فى مدرجات شدة الاضاءة شبيهة بالموجودة فى الشكل

١٣ - ١ جعل من الممكن عزل العشيرة الخليطة إلى عشائر نوعية مختلفة ؛ حيث أن انتخاب الحشرات الموجبة ضوئياً يؤدي إلى استبعاد أفراد ميلانوجاستر ، وانتخاب السالبة ضوئياً يؤدي إلى استبعاد أفراد سيمولانز هذه النتيجة قد توضح من الناحية البيئية أن حشرات ميلانوجاستر تميل للتواجد في أماكن أكثر ظلمة عن حشرات سيمولانز .

• انتشار اليرقات : توجد يرقات النوعين بالتساوي في القسم العلوي من البيئة ، ولكن في المناطق المنخفضة تتعدى نسبة يرقات النوع سيمولانز النسبة المقابلة في النوع ميلانوجاستر (باركر - ١٩٧١) . بالإضافة لذلك ، فإن الملاحظات الخاصة بالجذب اليرقات لمختلف الكيمالويات (قسم ٨ - ٥) قد تكون ذات مغزى بالنسبة للمسكن الذي يختاره كلا النوعين ، وهذه النقطة تحتاج مزيد من الدراسة .

• وجود الايثانول في البيئة : تتحمل *D. melanogaster* بدرجة أكبر من *D. simulans* وجود ٩٪ إيثانول ، وذلك سواء في طوار اليرقة أو الأطوار البالغة . تبدأ حشرات سيمولانز البالغة نفورا من وضع البيض في المواضع المحتوية على ٩٪ إيثانول ؛ وعلى النقيض من ذلك تبدأ حشرات ميلانوجاستر بعض التفضيل في الحالة المذكورة (ماك كينزي وبارسونز *McKenzie & Parrons* - ١٩٧٢) كما أن هنالك اختلافات مشابهة (بل وأكثر وضوحاً) بالنسبة لسلوك اليرقات (قسم ٨ - ٥) . وهذا يوضح التواجد المنفرد غالباً للروسوفلا ميلانوجاستر في داخل أحد مصانع النبيذ قرب ملبورن في استراليا ، وتواجد النوعين خارج مصنع النبيذ مباشرة ، مع ملاحظة أن حشرات سيمولانز تبدو أكثر عدداً . ترجح تجارب الإطلاق وإعادة الصيد خلال موسم صنع الخمر أن *D. melanogaster* تتحرك ناحية قبو الخمر بطريقة منتظمة ، بينما تتحرك *D. simulans* بعيداً عن (ماكينزي *McKenzie* - ١٩٧٤) . وعلى ذلك فإن توزيع النوعين خلال موسم صنع الخمر قد يكون محصلة نشاطهما الانتشاري . بالإضافة لذلك ، فإن بقايا العنب خارج القبو تتميز بالتخمير النشط مع وجود حوالي ٧٪ كحول ؛ في هذه المرحلة لا نعتز إلا على يرقات النوع ميلانوجاستر ، بينما تتواجد يرقات النوعين في مرحلة ما قبل التخمير (مان كينزي وماكينشي *McKenzie & McKeche* - ١٩٧٩) . وبالتالي يتوافق سلوك الحشرات البالغة واليرقات في النوعين الملاحظ تقريباً مع سلوكهم في البرية ، وذلك بالنسبة للتغيرات السلوكية الناجمة عن وجود الكحول .

• درجة الحرارة والجفاف : هذان العاملان يبيان أكثر من كونهما سلوكيان ، ولكن لتفادي الحالات المتطرفة من إرتفاع الحرارة أو انخفاض الرطوبة ، من الواضح أن



شكل ١٣ - ١ : النسب المئوية للحشرات عند سبع درجات من شدة الإضاءة (من ١٠ إلى ٥٩٠ lux) بالنسبة لنوعى *D. simulans*, *D. melanogaster* تركت الحشرات لمدة أربعة ساعات الانتخاب شدة الإضاءة (عن بارسونز - Parsons - ١٩٧٥) .

السلوك يلعب دورا في انتخاب مناطق صغيرة من السكن أقل تعرضا لهذه الضغوط (بارسونز - ١٩٧٨ b & a) . وهناك تباينات معروفة داخل سلالات كل نوع بالنسبة لدرجة تحمل مثل هذه الضغوط . تتحمل دروسوفلا ميلانوجاستر نطاقا أوسع من درجات الحرارة عما تتحملة دروسوفلا سيببولايز (للمراجع : انظر بارسونز -

(١٩٧٥) ، وهذا يشير إلى أن دروسوفلا ميلانوجاستر قد يكون لها موقعا أوسع ، وهو استنتاج مشابه لما وجد بالنسبة للاعتقاد على الاضباع في السلوك التزاوجي وللنشاط الانتشاري والانتحاء الضوئي . ويرى ليفين (Levine ١٩٦٩) أن التأقلم للحرارة الجافة يعتمد في النوع ميلانوجاستر على المرونة التكوينية والأقلمة الفسيولوجية أكثر من اعتياده على التمايز الوراثي بين العشائر بالنسبة لدرجة تكيفها ، بينما في دروسوفلا سيميولانز تكون المرونة التكوينية أقل وتعتمد أكثر على الاختلافات الوراثية . ورغم أن العوامل السلوكية واضحة الصلة ، إلا أن أهميتها النسبية في هذه الحالة بالنسبة للنوعين المذكورين غير معروفة .

● بعض العوامل البيئية العامة : وأخيرا توجد بعض العوامل المعروفة لها مكونات سلوكية ضعيلة ولكنها تميز النوعين . وجد الحلو وعلى (El-Helw & Ali ١٩٧٠) أن النوع سيميولانز أكثر تحملا للعوامل الطبيعية في البيئة عن النوع ميلانوجاستر ، وهذا قد يتلائم مع الملاحظات الحقلية لدروسوفلا سيميولانز . في البيئات الأكثر طبيعية عنه بالنسبة للنوع ميلانوجاستر (بارسونز - ١٩٧٩ a) . وقد وجدت اختلافات ضعيلة بالنسبة لمعدل النمو والبقاء والكفاءة التكاثرية والخصوبة والفقس وحيوية الأفراد البالغة هذه الاختلافات أوضحت التفوق العام للنوع ميلانوجاستر . كثير من هذه التجارب أجريت على درجة حرارة ٢٥° م ، وهي الحرارة التي تكون ممتة غالبا لدروسوفلا سيميولانز في المعمل (بارسونز - ١٩٧٥) . والواقع أنه في عشائر الأقفاص تحمل *D. melanogaster* على *D. simulans* عند درجة ٢٥° م ، ولكن عند درجة ١٥° م قد يحدث العكس (مور Moore - ١٩٥٢) .

لاشك أن كل هذه التأثيرات الموجودة داخل وبين النوعين الشقيقين المذكورين لها علاقة أكيدة بتحديد توزيعها في البرية . وقد عرض بيردمور (Beardmore ١٩٧٠) النتائج التي تؤيد أنه داخل الأنواع توجد علاقة بين التباين البيئي المتعرضة له العشيرة وبين تباينها الوراثي . وهذا قد يكون منطقيا أيضا بالنسبة للأنواع وثيقة القرابة ولا يصح للمتبعادة (سيلاندر وكاوفمان Selander & Kaufman ١٩٧٣) . وقد نوقشت المقارنات بين هذين النوعين الشقيقين ببعض التفصيل لتوضيح التداخل الدقيق بين العوامل السلوكية والبيئية بالنسبة لتحديد المسكن والعزل بين الأنواع .

بينما تأكدت الفروق بين نوعي ميلانوجاستر وسيميولانز (من تحت جنس *Sophophara*) ، فإن درجتها يمكن أن توضع في إطار أفضل عند المقارنة مع النوع واسم الانتشار *D. innigrans* الذي يقع في تحت جنس *Drosophila* . بحث اتكنسون

وشوروكس Atkinson & Shorrocks (١٩٧٧) استخدام المصادر الغذائية وذلك بدراسة ظهور أنواع الدروسوفلا من ٣٢ نوعا من الفاكهة والخضر في أحد الأسواق الانجليزية ؛ وكانت الصفة المدروسة بشكل غير مباشر هي وضع البيض طبعاً، حيث يؤدي نفسه إلى ظهور الحشرات محل الدراسة . كان النوعان الشقيقان متشابهان بالنسبة لتخصصهما في استخدام الفواكه ، بينما استخدمت *D. immigrans* كلا من الخضر والفواكه . بالنسبة لليمون كانت نسب الحشرات التي ظهرت ١٠،٤٨ و ١٠،١٠ ، ١٠،١٠٢ بالنسبة لأنواع ميلانوجاستر وسيمولانز وإيجرانس بالترتيب ، وهي نتيجة تتفق مع ملاحظة تفضيل *D. immigrans* لليمون كمصدر لغذائها في بساين استراليا (برنس وبارسونز Prince & Parsons ١٩٨٠) . وفي جدول ١٣ - ٣ توجد مقارنة بين النوعين الشقيقين وبين النوع إيجرانس (بارسونز - ١٩٧٩ a) . وهذا يوضح أنه بصرف النظر عن الخاصية موضع المقارنة ، سواء كانت سلوكية أو بيئية ، فإن النوعين الشقيقين يختلفان عن النوع إيجرانس . والدراسات الموسعة الماثلة قد تمدنا بمعلومات عن الشعب التطوري في تاريخ الجنس المدروس . وما يستحق الذكر أن اتكنسون وشوروكس باستخدام الرسومات البيانية الخاصة بالأشجار وجدا فروقا رئيسية في مواقع التزاوج بين ثلاثة أنواع من تحت جنس (*melanogaster, simulans, subobscura*) *Sophophora* وثلاثة أنواع تتبع تحت الجنس شديدي القرابة (*busckii, hydei, immigrans*) *Dorsophila, Dorsilopha* مما يشير إلى إمكانية الشعب التطوري بالنسبة لاستخدام المصدر الغذائي .

بجاء الدراسة المقارنة لوضع البيض واستخدام اليرقات للمصادر الغذائية مازال مفتوحاً ليس فقط للأنواع التي تنجذب للفاكهة ، ولكن للأنواع التي تستخدم مصادر أشد اختلافاً . هذا يبدو بوضوح في المجموعة الخاصة باستراليا التي تتبع أربعة تحت أجناس رئيسية من الجنس *Drosophila* وهي تبعا لتكرار أنواعها (في استراليا) *Scaptodrosophila, Hirtodrosophila, Sophophora, Drosophila* [بارسونز وبوك Parrons & Bock ١٩٧٩] . والمقارنات السلوكية والبيئية من الطراز الوارد في جدول ١٣ - ٣ على مستويات تقسيمية مختلفة يجب أن يمدنا بمعلومات لها مغزى تطوري واضح بالنسبة لهذا الجنس المتنوع الواسع الانتشار ، خصوصا عندما ندمج دراسات وضع البيض واليرقات (انظر : بارسونز - ١٩٧٨ b لمزيد من التفصيل) .

وهناك زوج آخر من الأنواع الشقيقة التي تجمع لدينا معلومات كثيرة عنها هما *D. persimilis, D. pseudoobscura* ، وهذا النوعان واسعا الانتشار في شمال أمريكا

جدول ١٣ - ٣ : مقارنة بين النوعين الشقيقين *D. immigrans* و *D. simulans* ، *D. melanogaster*

<i>D. immigrans</i> (تحت جنس) <i>Drosophila</i>	<i>D. melanogaster</i> & <i>Sophophora</i> (تحت جنس) <i>D. simulans</i>	
		• البيئة الطبيعية
أقل	أكثر مقاومة ، خصوصا ميلانوجاستر	مقاومة الحرارة العالية/الجفاف *
أقل	أعلى ، خصوصا ميلانوجاستر	درجات الحرارة المفضلة في المعمل
أعلى	أقل مقاومة ، خصوصا سيمبولانز	مقاومة وطأة البرودة *
		• الايثانول والمصادر الأخرى في
		المختلطة (في المعمل)
الطغادي	تفضيل على أو معتدل في ميلانوجاستر ،	استجابة اليرقات للايثانول (٦٪)
	وأقل في سيمبولانز	
٩,٥ ٪ تقريبا	٩٪ ميلانوجاستر	الدرجة الحدية لاستخدام الايثانول
	٣ - ٦ ٪ سيمبولانز	
معتدلة	عالية	استجابة اليرقات لحمض الخليك *
قليلة	أعلى من المجراس	وخلات الايثيل وحامض الاكليك
		احتياجات الكروستول
		• استخدام المصدر (دراسات حقلية)
الفواكة والخضر	متخصصة في الفواكة	أماكن وضع البيض
تتفق اليرقات ، ومعدل	تتفاداه الأفراد البالغة ، وتضعف بقاء	اليهون
بقاء اليرقات مرتفع	اليرقات ، خصوصا سيمبولانز	
		• ملاحظات بيئية
	لا توجد ميلانوجاستر ، وقدر	التواجد في الغابات المطيرة
نادر ، ولكن	سيمبولانز	
كساكن نادر		
غير ناجح	ناجح بشدة	التطفل بواسطة الدبور
		<i>Phaenocarpa persimilis</i>
		(في المشائر المتصاحبة في نطاق
		مليون)

* الفرق الجغرافية داخل الأنواع بالنسبة لهذه العناصر معروفة للنوعين ميلانوجاستر وسيمبولانز (عن حالة الايثانول)
المصدر : عن باروسنز (١٩٧٩ ، ٥ ، ١٩٨٠)

وعشائرها توجد وتتطور متصاحبة *sympatric* في بعض الأماكن . يتم المحافظة على الانعزال بينهما بواسطة العوامل الآتية :

- يبدى النوعان بعض الاختلاف في تفضيل المسكن . يوجد النوع برسيميلس في مواقع أكبر برودة والنوع سيلوا بسكيورا في مواقع أكثر دفئا .
- يبدى النوعان تفضيلا مختلفا للغذاء ، بما في ذلك الانجذاب لخماير مختلفة .
- يبدى الكثير من أنواع الدروسوفلا أنشطة عالية في الصباح المبكر وفي المساء . وكما نرى في جدول ١٣ - ٤ بالنسبة للحشرات المجموعة في مناطق يوسيميت في كاليفورنيا ، فمن بين الحشرات المجموعة في الصباح من على طعم الخميرة نجد أن نسبة سيلوا بسكيورا كانت أقل ونسبة برسيميس أكبر مما يوجد في عينة فترة النشاط المسائية (دوبرانسكى وآخرون - ١٩٥٦) .
- في حالة تصاحب النوعين كان متوسط الاستجابة الضوئية (الانجذاب للضوء) أكبر بالنسبة للنوع برسيميلس عن سيلوا بسكيورا (روكويل . وكوك وهارمش Rockwell, Cooke & Harman ١٩٧٥) .
- يرتبط الانزوال الجنسي مع اختلاف أغاني الغزل الخاصة بذكور النوعين (اوج Ewing - ١٩٦٩) . تؤدى ذكور سيلوا بسكيورا أغنيتين محكومتين بالأجنحة ، إحداهما ذات تكرار منخفض وتتكون من سلاسل من الذبذبات ٥٢٥ Hz بمعدل ٦ كل ثانية ، والأخرى عالية التكرار وذبذباتها ٢٥٠ - ٢٤٠ Hz تتكرر ٢٤ مرة كل ثانية . تكاد الأغنية منخفضة التكرار أن تكون غير موجودة أو مختصرة جدا في النوع برسيميلس ، أما الأغنية عالية التردد فتتكون من ذبذبات ٥٢٥ - Hz التي تتكرر ١٥ مرة في الثانية .
- يبدى أن العوامل الأربعة الأولى ليست كاملة الفعالية وذلك لامكانية العثور على حشرات النوعين تتغذى جنبها إلى جنب على السائل الغروي في أشجار البلوط الأسود Quercus (كارسون Carson - ١٩٥١) . وهذا مما يرجح أن غياب التزاوج بين النوعين في الظروف الطبيعية يعزى أساسا إلى عزل سلوكى . وعلى أى حال ، ففى جدول ١٣ - ٤ : عدد حشرات D. persimilis, D. pseudoobscura المجموعة في الصباح والمساء في منطقة يوسيميت في كاليفورنيا .

الذهر	الصباح		المساء	
	سيلوا بسكيورا	برسيميلس	سيلوا بسكيورا	برسيميلس
ربيع	68	111	882	432
صيف	210	297	894	446
أكتوبر	65	75	881	443

المصدر : دوبرانسكى وآخرون (Dolzhanov et al ١٩٥٦)

المهجن التي تحدث في المعمل بين النوعين ينتقل عدد أقل من الحيوانات المتوية بالمقارنة بالمهجن داخل النوع ، وتكون ذكور F_1 عقيمة وإناث F_1 منخفضة الجينية .

والتهجين يحدث بسهولة نسبية في المعمل ، حيث كانت العذارى في أغلب التجارب في عمر ٤ أيام (انظر قسم ٨ - ٤ بالنسبة لهذا العمر) . وعموما إذا ما وضعت الحشرات المذكورة والمؤنثة مع بعضها بعد عدة ساعات من ظهورها تقل نسبة المهجن بين النوعين . وقد اقترح سييث *Spieth* (١٩٥٨) أن هذا المستوى الأعلى من العزل الجنسي قد يرجع إلى نضج أفراد النوعين معا ، مما يسمح لكل منهم بالتمييز بين أفراد نوعه وأفراد النوع الآخر ، وذلك قبل النضج الجنسي . أكثر من ذلك ، وجد أن أنثى دروسوفلا برسيميلس التي تتزاوج مع ذكر من نفس نوعها لا تقبل بعد ذلك التزاوج مع ذكر من النوع سيلوايسكيورا . وهذا يشير إلى أن المستوى الكبير من العزل قد لا يكون فطريا بدرجة كاملة ، ولكن قد يعزى جزئياً إلى التعلم . ويمكن الرجوع إلى تفاصيل أكثر في هذا الشأن في قسم ٨ - ٤ ، حيث يلاحظ أن إناث الدروسوفلا تفضل التزاوج مع طراز الذكور الذي تكون قد قبلته من قبل .

أوضحت التجارب المعملية وجود متغيرات أخرى ذات علاقته بدرجة العزل ، فقد وجد مثلا أنها تعتمد على درجة الحرارة (ماير ودوبراتسكي - ١٩٤٥) ، حيث تكون منخفضة بالنسبة للحشرات المرباه على درجة ١٦,٥° م . وعلى أى حال ، فإن مستوى العزل الجنسي يمكن أن يزداد وأن يقل بالانتخاب (كوپمان *Koopman* - ١٩٥٠) ، مما يظهر أن درجة العزل نفسها تخضع للتحكم الوراثة . وتوجد مناقشات أوسع عن الأسس للعزل الجنسي في قسم ٥ - ٣ .

ركزنا في هذا القسم على الاختلافات بين الأنواع بالنسبة لانتخاب المسكن . أما انتخاب المسكن داخل الأنواع (الفروق بين التراكيب الوراثة) فهو أمر يمكن توقعه أيضاً - ولكنه أصعب في تتبعه . ففي دروسوفلا برسيميلس درس تايلور وبويل *taylor & Powell* (١٩٧٧) تأثيرات البيئة المختلطة المكونة من العدد من طرز الغطاء الأخضر وتنظم الرطوبة . وقد وجدا تباينا في تكرار التشابهات الانزيمية والانقلابات الكروموسومية في شاغل هذه البيئة ورجحا انتخاب المسكن ، وذلك بعد استبعاد إمكانيات الانتخاب الطبيعي من خلال تباين القدرة على البقاء ، الانحراف الوراثة العشوائى ، والانتشار غير العشوائى للتراكيب الوراثة المختلطة .

وتوجد دلائل أخرى على انتخاب المسكن داخل النوع من دراسات قبول الرائحة أو

نواتج التثيل الغذائي . اختلافات رد فعل اليرقات للكحول في دروسوفلا ميلانوجاستر نوقشت في قسم ٨ - ٥ . بالإضافة إلى ذلك ، تختلف الأفراد البالغة واليرقات في السلالات الجغرافية المختلفة بالنسبة للانجذاب إلى الكحول وحامض الخليك وحامض الاكتيك الجيني واليسارى وخلات الامثيل (فوياما Fuyama - ١٩٧٦ ، بارسونز - ١٩٧٩ a) . وقد أوضح ماننج Manning (١٩٧٦) إمكانية وجود انتقال وراثي لبعض السلوكيات المتأثرة بالتعلم مثل الاستجابة أو النفور من الروائح . كما أورد لنداير Lindauer (١٩٧٥) ملخصاً لتعلم نحل العسل لتقبل ١٧ رائحة ، ويبدو من النتائج أن هذا التعلم يعتمد على السلالة ، مما يشير إلى وجود مكون وراثي .

وإمكانية وجود مكون وراثي بالنسبة لانتخاب الغذاء في الدروسوفلا تستحق الدراسة خصوصاً في الأنواع واسعة التخصص . وقد تكون ملاحظة ستاكر Stalker (١٩٧٦) الخاصة باختلاف تكرار الانقلابات بين دروسوفلا ميلانوجاستر المرباه على البرتقال الذي اسقطه الرياح والمرباه على الجريب فردت نقطة بداية لمثل هذه الدراسة . ومن الأدلة الأحداث ما وجد من حالات تفضيل المسكن مع تلازم اختلاف مساكن اليرقات (فجوات أشجار البلوط في مقابل فجوات أشجار الزان) وتوزيع التكرار الجيني لموقع انزيم الاستريز في بعوضة *Aedes triseriatus* (سالول وآخرون Saul et al - ١٩٧٨) وتمايز هجرة التراكيب الوراثية الخاصة بالاميلز في الحيوان القشري *Arellus aquaticus* (من Isopoda) وذلك عند اختلاف مصدر الغذاء ما بين أوراق أشجار الزان المتحللة أو أوراق الصفصاف المتحللة في الأقسام المختلفة من إحدى البرك (كريستنس Christensen - ١٩٧٧) . آخر الأدلة يأتي من يرقات الكائن البحري *Spinorbus borealis* (من polychaete) تستقر اليرقات وتدخل في بقية الأطوار على أنواع مختلفة من الطحالب مع إظهار أفضليات ملحوظة في هذا الشأن . وقد وجد دويل Doyle (١٩٧٦) ما يسمى بالوفاء للمسكن *habitat loyalty* المتمثل في تسلسل أفضلية المسكن بناء على أفضليات الآباء في استخدام أنواع الطحالب . أي أن العامل الانتخائي الأولى بالنسبة لانتقاء مكان الاستقرار هو نوع الطحالب (انظر أيضاً ماك كى ودويل McKay & Doyle - ١٩٧٨) .

من هذه الملاحظات المنفصلة يبدو من المنطقي أن تنصور أهمية انتخاب الغذاء والمسكن في تكوين السلالات داخل الأنواع ، وبالتالي في التنوع (تكوين الأنواع الجديدة) . وهذا قد ينطبق بوجه خاص على الأنواع واسعة التخصص التي تستطيع استخدام مجموعة من المصادر الغذائية .

١٣ - ٤ : انتخاب المسكن : القوارض

لا يعد إنتخاب البيئة المثالية هاما للدروسوفلا فقط ، ولكن لأى كائن يوجد في الطبيعة في نطاق واسع من أماكن السكنى . وتعد درجة الحرارة من العوامل الأولية المتضمنة في عمليات التكيف . وفي البداية يبدو أن الكائنات التى تمتلك ميكانيكيات للتكيف الحرارى تتميز بأفضلية تكاثرية لا تتوفر في من تنعدم فيهم هذه الميكانيكيات . الحيوانات الأخيرة المسماة *Poikilotherms* والتى لا تمثل ميكانيكيات داخلية لتنظيم حرارة أجسامها ، تتكيف عن طريق عدم الحركة وإقلال معدل التمثيل الغذائى خلال فترات البرد أو ببعض أوجه التكيف الوظيفية والسلوكية التى تسمح بأقصى استخدام الحرارة وإنقائها البرودة . أما الحيوانات التى تنظم حرارة أجسامها داخلها *Homoeotherms* فتستطيع النشاط بكفاءة في نطاق واسع من درجات الحرارة . حتى في هذه الحالة ، فإن مثل هذه الحيوانات تمتلك طرقا خاصة عديدة لمقاومة التباين الحاد - كالحفر وتلمس الظل أو الشمس والإرتحاف والهجرة ، وغير ذلك من الأنشطة الحركية .

في التجارب العملية الموصوفة في قسم ٩ - ٣ نرى أن الفئران ، عندما تواجه بتدرج في درجات الحرارة ، فإنها تختار الدرجة المفضلة التى توفر لها أفضل ظروف النشاط المثالى . والنتائج توضح أن التفضيل الحرارى في الفئران قد يكون متلازما بشدة مع مختلف الصفات الوظيفية والمظهرية ، أى يمكن إعتباره صفة فطرية تسمح بانتخاب أكثر أماكن السكنى ملائمة .

دراسة فأر الأيائل *Peromyscus* أوضحت أن سلوكياته يمكن توقعها من المسكن الذى يشغله بالطبيعة . فأر الأيائل الخاص بالبرارى *P. maniculatus-bairdii* الموجود بولايات وسط الغرب والمستوية في الولايات المتحدة يعد من تحت الأنواع التى تسكن الحقول وتتفادى مناطق الغابات ، وهذا يعكس الطراز شديد القربة الذى يوجد بالغابات *P.m. gracilis* . تمت بعض الأعمال للتعرف على المفاتيح البيئية التى يسترشد بها فأر الأيائل عند اختياره لمكان معيشته .

قام هاريس *Harris* (١٩٥٢) بتقديم يفتين صناعتين لتحت نوعى البرارى والغابات ، فأبدى كل طراز تفضيلا واضحا للبيئة الصناعية المشابهة لبيئته الطبيعية . وأكثر من ذلك ، فالأفراد المرباة في العمل ، والتى لم تتعرض لأى من البيئتين الطبيعيتين إختارت الطراز البيئى الذى إختارته عادة في الطبيعة . وعلى هذا فاختيار المسكن يعتبر



شكل ١٣ - ٢ : النطاق الجغرافي لفأر الأيائل . الخطوط الناعمة توضح الخطوط الحرارية في يناير بالهريث (عن كيج : وآخرون - ١٩٦٤) .

وراثيا وخاضعا للإنتخاب الطبيعي من حيث الاختيارين يفتى البرارى أو الغابات .
وجد أوجيلفى وستنسون Oglvie & Stinson (١٩٦٦) أن النظام الحرارى الأمثل
لتحت نوعى البرارى والغابات ٢٥,٨° م ، ٢٩,١° م ، على الترتيب ، وهذا
يتفق مع البيئة الأكثر دفئا فى الغابات التى يفضلها *P.m. gracilis* والبيئة الأمل للبرودة فى

البرارى والحقول التى يفضلها *P.m. fairdii* وأبدى النوع *P. leucopus* المستحضر من أماكن تزيد درجة حرارة الأرض بها بمقدار ٣ - ٥٤ م عن أرض الغابات ميلا إلى درجة أعلى هى ٥٣٢,٤ م . من هذا نستخلص أن الحيوانات تميل لاختيار المسكن الذى يشابه مسكنها الطبيعى ، وأن هذا الميل يتأثر بالتركيب الوراثى .

وقد رجح ويكر *Wecker* (١٩٦٤) فى تجارب شبيهة بتجارب هاريس (١٩٥٢) وجود تغذية رجعية سلوكية *behavioral feedback* للتركيب الوراثية تحدث بالمحافظة على عشيرة ما محددة بمسكنها الطبيعى .

وفى تحت نوعى *P.maniculatus* المذكورين توجد إختلافات وراثية واضحة بالنسبة لرد فعلهما نحو الرمال (كنج *King* - ١٩٦٧) . ففى فترة ٢٤ ساعة يزيل *P.m.gracilis* ٠,١ رطل من الرمال من الخندق الذى يحفره ، بينما يزيل *p.m.bairdii* ٥,٩ رطلا فى نفس الفترة . هذا يتوافق مع تاريخهم التطورى فالأول نصف شجرى *semiarboreal* ، والثانى أرضى تماما . بالإضافة إلى ذلك فتحت النوع الخاص بالبرارى ينضج بسرعة أكبر فيما يخص بالاستجابة الحركية ، والآخر يبدى قابرات أكبر على التعلق بما يتفق مع طبيعة نصف الشجرية . وقد اقترحت إختلافات أخرى فى الخصائص المظهرية والكيمائية للجهاز العصبى المركزى تتوافق أيضا مع تاريخ حياة كل منهما . من هنا يتضح وجود دليل جيد على التلازم بين الصفات المظهرية والوظيفية والسلوكية المرتبطة تماما بانتخاب المسكن .

وهناك دليل آخر على التحكم الوراثى فى تفضيل المسكن بآنى من إختيار توزيع فأر الأيائل من الشمال إلى الجنوب فى كندا والولايات المتحدة (كنج ، ماس وويزمان *King-Maas & Weisman* - ١٩٦٤) . ويبدو هذا التوزيع فى شكل ١٣ - ٢ . وهو يقارب حدود الإختلافات فى كمية المواد المستخدمة فى بناء الأعشاش بواسطة الأنواع الأربعة الموضحة بالشكل فى المعمل . ففى الشمال تكون الأعشاش أكبر لتوفر عازلا أفضل من البرودة ، وفى الجنوب الأكثر دفا تكون الأعشاش أصغر لعدم ضرورة هذا العازل ، السلالات المختبرة كانت مرباة معمليا ، ومع ذلك أبدت سلوك الأنواع التى تتبعها مما يوضح وجود أساس وراثى لها ذا السلوك التكيفى ، تأكد فى الأنواع المدروسة بفعل الانتخاب الطبيعى .

الأعمال السابقة على فأر الأيائل تؤكد ضرورة دراسة عشائر فأر المنازل البرى بتفصيل أكبر . فالأعمال على السلالات المعملية (قسم ٩ - ٣) ترجح وجود

اختلافات في السلالات البرية في صفات تشابه المدروسة في فأر الأيائل . فالدراسات الحديثة (لينش وهجمان Lynch & Hegmann - ١٩٧٢) أوضحت إختلافات السلوك بالنسبة للأعشاش ، مقدره بمدى استخلام القطن في بناء العش ، وذلك في خمسة سلالات مرباة داخلها . أكثر من ذلك ، وجد نفس الباحثان (١٩٧٣) أن الاختلافات بين السلالية BALB/cJ و 57BL/6J كانت أكبر عند إختيارهما عند درجة حرارة ٥٥ م مما لو اختبرت على درجة ٢٦ م لذلك فالتائج يجب أن تجمع على سلسلة من البيئات ، حيث أن هذه النتيجة توضح وجود تداخل بين التركيب الوراثي والبيئة له علاقة واضحة بانتخاب المسكن .

في مقال مميز عن وراثة العشائر السلوكية في الفئران ، كتب برول Bruell (١٩٧٠) :

ظاهرة إنتخاب مادة البناء تعد واحدة من العديد من الظواهر التي توضح أوجه التكيف السلوكية للظروف المحلية . أكثر الأنواع الناجحة لا تشغل بيئة واحدة ، بل بيئات متعددة ، يلزمه لكل منها أنواع خاصة من التكيف الظاهري والوظيفي والسلوكي . ولا شك أن نجاح النوع يقاس بمقدوره على التكيف بمجموعة من البيئات . وهذا يؤدي إلى التساؤل عما إذا كانت الأنواع الناجحة تشغل البيئات المتباينة بفناء ذات كفاءة أتأقلمية عالية مع تماثلها الوراثي ، أن هذه الأنواع تتكون من عديد من العشائر المختلفة وراثيا ، والتي تم تكيف كل منها عن طريق الانتخاب الطبيعي لسكنى منطقة معينة .

وهو يعتبر أيضا أن « أحد تطلعات دراسة وراثة العشائر في الفئران هو الحضور على « صور سلوكية » behavioral profiles للسلالات وتحت السلالات المختلفة » . وهذا أمر وارد لوجود عدد كبير من أماكن السكنى والسلالات المتباينة في الفئران البرية .

من الواضح أن الفروق السلوكية بين *P. maniculatus* و *P. maniculatus bairdii* يتم المحافظة عليها عن طريق الإنتخاب الطبيعي . فالسلالات المرباة في المعمل لمدة ١٢ - ٢٠ جيل لا تبدى تفضيلا ما عند تغير بين سكنى الحقول أو الغابات . ولكن إذا ما تمت تشقة الفئران المرباة داخلها في المعمل في الحقول فهي تبدى هذا الاختيار بشكل معنوى (ويكر Wecker - ١٩٦٤) . كما أن أفراد تحت النوع الخاص بالبرارى المصطادة حديثا والناشئة بالمعمل تختار الحقول والبرارى بشكل قاطع - وعلى ذلك فهنالك تغير وراثي يحدث في الفئران المرباة في المعمل لأجيال عديدة ، ويقبل الميل المتوارث لإختيار الحقل ، وإن كان يمكن إستعادته بالتعرض المبكر للبيئة التي فرضت إنتخاب هذه الصفة من قبل . هذا التأثير يوضح أن كلا من الوراثة والخبرة يلعبان دورا

في تحديد الأفضلية عند فأر الأيائل الخاص بالبرارى بالنسبة لإختياره الحقل لسكنائه .
ويبدو أنه في الظروف البرية يكون هنالك تطور سلوكى من السلوك المتعلم إلى
الإستجابة الفطرية . فالسلوك المتعلم الذى ينشأ أولاً يصير فطرياً وبالتالي تحت التحكم
الوراثى عن طريق الإنتخاب الطبيعى (ويكر - ١٩٦٤) . وتعد التغيرات التطورية
التي تزيد التحكم الوراثى ذات أفضلية لأنها تحد من عدد الاستجابات الممكنة للفرد تجاه
مؤثر بيئى معين (وادنجتون Waddington - ١٩٥٧) . وهى ذات أفضلية لأن
الانتخاب الطبيعى يشجع الاستجابات المؤدية إلى بقاء الأفراد ، وطالما كانت البيئة
ثابتة ، فإن العشيرة ككل تصير بناء على ذلك منضبطة مع الوضع البيئى الأمثل
لقدراتها

ويعد إنتخاب المسكن في الطيور أيضاً صفة وراثية جزئياً . من المحتمل أن يفسر ذلك
الإستجابة البطيئة لبعض الطيور عند تغير الظروف البيئية . كثير من الطيور المسنة تعود
إلى أعشاشها القديمة عاما بعد عام ، حتى وإن تعرضت منطقة العش للتدهور .
والتحليلات التجريبية في هذا المجال قليلة ، رغم أن كلوفر Klopfer (١٩٦٣) أوضح
أن العصافير اللورية النحاة *Spizella passerina* الناشئة في المعمل تفضل أوراق الصنوبر
عن البلوط ، تماماً كما تفعل الطيور البرية . وعموماً ، فإن الطيور المعملية المرباة على
أوراق البلوط تبتدى تفضيلاً أقل للصنوبر عندما تصير بالغة ، وبمعنى آخر فإن التفضيل
الفطرى للصنوبر قد يتحور بعض الشيء نتيجة للخبرات المبكرة .

وليس من المستغرب أن تحدث تغيرات تحت النظم المعملية ، وذلك لتراخى
الانتخاب الطبيعى تحت هذه الظروف نظراً لاختلافها عن الظروف الطبيعية . فالنسبة
للمصفات الهامة لانتخاب المسكن ، من المتوقع تحت الظروف الطبيعية أن يحدث إنتخاب
تبئى يقيهم في حدود ضيقة نسبياً . فالحيوانات التي تبتدى سلوكاً مخالفاً بشدة للطبيعى
من المستبعد أن تتزاوج مع الأفراد الأخرى الطبيعية السلوك . وأبعد من ذلك ، فإن
الحيوانات التي تشغل أكثر المواقع ملائمة من البيئة الحليطة تكون حاجتها أقل لاستخدام
أوجه التكيف الوظيفية والسلوكية التي يمتلكها الحيوان ليقاوم الظروف الغير ملائمة .
ومن أوجه التفضيل الأخرى للوجود في مسكن ملائم زيادة فرصة التزاوج مع أفراد
مشابهة ، مما يؤدي إلى تأكيد استمرارية الخصائص التكيفية . ويؤدي ذلك على التحديد
إلى عزل جنسى بين العشائر ، وهو الأمر الذى حدث مراراً في مراحل تطور الكائنات .
وعلى أى حال ، فقد وجد دويل Doyle (١٩٧٦) بعض الصعوبات في تفسير نتائجه
عن إنتخاب الموقع في الديدان البحرية الطفافية ، وشعر أنه يتعامل مع صفة من صفات

الموامة وصفها المثالي أعلى من المتوسط المشاهد . والمرء لا يملك إلا استخلاص أنه برغم أهمية الانتخاب المثلث ، إلا أن الانتخاب الموجه كثيرا ما يحدث كاستجابة للتغيرات البيئية ، ويجب أن تأمل في أعمال أخرى هامة في مجال الأسس الوراثية لانتخاب الموقع . ولن يطول إنتظارنا لهذه الأعمال إذا ما استرشدنا بالعرض الممتاز الذى قدمه بارترديج Partridge (١٩٧٨) عن هذا الموضوع .

ديناميكيات العشائر

من الواضح أن الميكانيكيات السلوكية ذات أهمية كبرى تطورية تؤدي إلى تغيرات في المستودع الجيني للنوع ، وقد اتضح ذلك عند مناقشة إنتخاب المسكن . والواقع أن معلوماتنا عن ديناميكيات العشائر بشكل علم أقل عمقا . ففي القوارض مثلا نحتاج إلى قياسات محددة للتغيرات الوراثية الناجمة عن سلوكيات العشيرة مثل الهجرة والعنوانية ونظم التزاوج ومعدلات الخصوبة والوفاة التباينية - وعموما اتضحت أهمية السلوك كأحد القوى التطورية في السنوات الأخيرة ، وظهر ذلك بشكل خاص في دراسات الفأر المنزلي وفأر الحقول .

أوضحت الدراسات البيئية المبكرة أن نطاق المنزل home range لفأر المنزل صغير نسبيا . وقد ذكر سلوثرن ولاورى Southern & Laurie (١٩٤٦) أن نطاق المنزل بالنسبة لفأر المنازل الذى يتواجد في أكوام الذرة يكون ٥٠ قدما مربعا تقريبا ، مع قلة الحركة الرأسية عن الحركة الجانبية . ووجد دليل مشابه لذلك بالنسبة لفأر المنازل البرى في كندا والولايات المتحدة .

قام بتراس Petras (١٩٦٧) بدراسة فأر المنازل في ستة أبنية متجاورة في جنوب شرق ميشيجان على مدى ٤ سنوات . ويبدو أن وحدات التربية الصغيرة شائعة في حالة حجم العشائر المنخفض . والحقيقة أن تقديرات حجم العشيرة الفعال "effective" (المعروف في كتاب لي ١٩٥٥ - ، والمتبنى على عدد الأفراد المرباة) يتراوح بين ٦ و ٨٠ فردا

تم الحصول على هذه التقديرات من كل من نتائج الدراسات الوراثية والبيئية . بنيت النتائج الوراثية على أساس تكرار موقعين يتحكمان في تعدد المظاهر الكيمائى الخاص بأنزيم الاستريز - ٢ (موقع Hex) والمهيوجلويين (موقع H6) . هذان الموقعان متعددا المظاهر . لكنهما يبديان نقصان في الأفراد الخليطة . وهذا النقص يفسر بانقسام

العشرة إلى عدد من وحدات التربية الصغيرة المنفصلة ، وذلك تبعاً لتوقعات التزاوج العشوائى (لى 1٩٥٥) . ومعنى آخر ، فإن هذا الانقسام يؤدى إلى وضع يشابه التربية الداخلية . هذه النظرية أكثر تعقيداً من أن تفضل فى مثل هذا المرجع - وأول دراسة مفصلة عن العشائر ، التى لا يمكن تفسير نتائجها إلا بإفراض وحدات التربية الصغيرة ذكرها لونتين وون Lowentin & Dunn (١٩٦٠) وذلك فيما يخص تعدد المظاهر فى موقع T (الخاص بالذيل) فى الفيران ، وهو يتحكم فى تكوين بعض التركيبات المحورية فى المنطقة الذيلية للعمود الفقرى .

وتتفق نتائج بتراس Petras (١٩٦٧) البيئية مع ما سبق ؛ حيث توضح بقوة ما يوصف بالإقليمية territoriality ؛ التى تؤدى إلى تقسيم العشائر إلى وحدات تربية صغيرة (تسمى بالديمات demes نسبة إلى الوحدات الإدارية المستقلة إدارياً فى اليونان القديمة) ، والتى قد يوجد العديد منها فى داخل المبنى الواحد . وقد كان معدل الهجرة منخفضاً . كما ذكر بتراس أحد الأعمال الذى قلرت فيه نسبة الفيران فى أحد مباني المزارع ، التى تنقل أعشاشها داخل أو خارج المباني المنعزلة ، بما لا يزيد عن ٥ ٪ . أما الهجرة بين المزارع ، فمن المحتمل أنها لا تذكر ؛ نحيث أن تبادل الجينات بين العشائر المنفصلة بالأراضي الغيز منزوعة يكون محدوداً جداً . فى أعمال كروكروفت Crowcroft (١٩٦٦ وما قبلها) ذكرت بعض التجارب على الفيران البرية الموضوعة فى حظائر كبيرة (٢٥٠ قدماً مربها) . انتشرت الفيران فى مناطق تربية محددة لكل مجموعة . وقد لوحظت ندرة ظهور السلوك العدوانى داخل مجموعة العائلة الواحدة ، مما يشير إلى ظهور البناء الإجتماعى فى المجموعة ؛ ولكن عند إدخال فيران غريبة تظهر العدوانية الواضحة ؛ التى تؤدى غالباً إلى الفتك بالأفراد الغريبة .

استخدم ريمر وبتراس Rimer & Peras (١٩٧٦) السلالة البرية والمعملية لفيران المنازل للدراسة التركيب التربوية فى أقفاص العشائر . أطلقت الفيران فى قفص يتكون من سلسلة من الأعشاش المتصلة بممرات . كونت الفيران مستعمرات تربية صغيرة ، يتكون كل منها من ذكر سائد ، والعديد من الإناث ، وكذلك العديد من الذكور الخاضعة لهذه الإقليمية الذكرية .

وقد كانت الهجرة بين الديمات نادرة وعن طريق هجرة الإناث أساساً . وكانت مستعمرات التربية ثابتة لأجيال عديدة . وعلى هذا ، يبدو أن الفيران تنظم فى وحدات تربية صغيرة بسبب الإقليمية التى تبديها الذكور . وقد أوضحت التجارب المعملية التى

وصفها دى فرايس ومالك كليرن De Fries & Mc Clearn (١٩٧٢) الدليل على التلازم بين السيادة الإجتماعية للذكور ذوى التراكيب الوراثية المختلفة ، المقدرة على أساس قدراتهم العرقية ، والفهم الداروينى للموامة المقدر على أساس نسبة ما تنتجه الذكور السائدة من نسل .

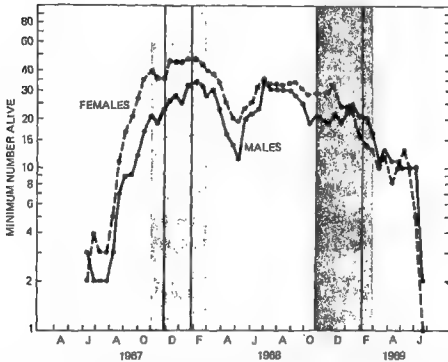
من ذلك يتضح أن النتائج المتحصل عليها فى المعمل تتفق مع النتائج المشاهدة تحت الظروف الطبيعية بدرجة أكبر فى تأكيد الأساس الوراثى للسيادة الإجتماعية .

فى دراسة سيلاندر Selander (١٩٧٠) عن الوراثة الكيميائية الحيوية لفيران المنازل البرية نجد تحليلاً للتباين الأليلى للمواقع الجينية المختلفة للهموجلوبين والإستريز . وقد لوحظ تدرج التكرارات الجينية بين المناطق المختلفة فى تكساس (حالات التباين الجغرافى المتصل فى الأنواع elines . وعموماً فقد وجدت درجة واضحة من إختلافات التكرارات الأليلية عند جمع عينات الفيران البرية من أجزان مختلفة داخل المنطقة الواحدة . ووجدت هذه الإختلافات حتى بين الأجزان التى تبعد عن بعضها عدة ياردات ، وهذا يتفق مع الدليل السلوكى والبيئى المذكور سابقاً . وفى نفس الجرن الواحد يشاهد طراز موزايكى معقد لكل موقع جامع وجود مناطق صغيرة تتميز بتكرارات اليلية عالية أو منخفضة . ويعتبر تجمع التراكيب الوراثية المتشابهة نتيجة مباشرة لوجود الديمات فى حالة الفيران البرية . وبذا يكون تركيب موزايك من وحدات تربية صغيرة (ديمات) ، مع ملاحظة أن الحجم الفعال للعشيرة قد يكون صغيراً جداً . وهذا يعنى أن الصفة تلعب دوراً فى غاية الأهمية فى تحديد التكرارات الجينية على المستويات المحلية جداً . وبما أن الأحجام الصغيرة للعشائر الفعالة تعتمد بشكل كبير على السلوك الإجتماعى ، فإن ذلك يؤكد أهمية تأثير السلوك على التركيب الوراثى لعشائر الفيران .

من الملاحظ الخاصة بالقوارض الصغيرة وجود دورة العشيرة التى تؤدى أحياناً إلى زيادات هائلة يتبعها انخفاض كبير فى عدد الأفراد . هذه الدورة ظلت لفترة طويلة من المشاكل الكلاسيكية فى الدراسات البيئية للعشائر . وهناك مدرستين متعارضتين فى أفكارهما بالنسبة لسبب توقف زيادة العشيرة فى القوارض الصغيرة . إحدى المدرستان تعتقدان أن عوامل خارجية ، مثل الإمداد الغذائى أو الأعداء المفترسة أو الأمراض ، توقف لزيادة أفراد العشائر . وترى المدرسة الأخرى ، التى تعد أكثر أهمية ، أن العوامل الداخلية المتمثلة فى تأثير الأفراد على بعضها تلعب الدور الأكبر فى هذا الشأن . شرح كريس وآخرون Krebs et al (١٩٧٣) الدليل على ذلك فى فأر الحقول *Microtus* .

لنأخذ أولاً التغيرات السكانية في دورة إحدى العشار في الاعتبار . ففي ميزان بنسلفانيا *Microtus pennsylvanicus* (شكل ١٣ - ٣) قد تستمر الدورة العادية بعد إبتدائها خلال الشتاء .

وتبدأ مرحلة الوصول إلى قمة الإعداد بانحدار في الربيع يعقبه زيادة في الصيف أو الخريف بحيث تستعيد العشيرة مستواها السابق . ومرحلة الانحدار قد تختلف بحيث تبدأ في الخريف في نفس العام التي تصل فيه الأعداد إلى قمته ، أو تتأخر إلى الخريف التالي . وقد يكون الانحدار سريعاً جداً ، كما في شكل ١٣ - ٣ ، ولكنه غالباً ما يكون تدريجياً بحيث يمتد لمدة عام أو أكثر . يعقد ذلك مرحلة من الأعداد القليلة والتي لا تعرف عنها الكثير . وهذا الطراز من دورات العشار يميز العديد من أنواع فيران الحقول . والسبب المباشر لتقلب الأعداد يكمن في معدات الميلاد والوفاة .



شكل ١٣ - ٣ : تغيرات كثافة العشار في فأر الحقل *M. pennsylvanicus* في منطقة حشاش بنديانا الجنوبية . المناطق المظلمة توضح أشهر الشتاء (عن كريس وآخرون ١٩٧٣) .

وقد قلت النسبة المئوية للإناث البالغة المرضعة التي تم اصطياها في مرحلتى القمة والإنحدار ، وفي هاتين المرحلتين كانت معدلات الوفاة في الحيوانات اليافعة شديدة

الإزدياد . وعلى النقيض من ذلك نجد أن معدل وفاة الحيوانات تحت البالغة والبالغة لا يزيد في مرحلة القمة ، لكنه يزيد في مرحلة الانحدار ، مشابها في ذلك ما يحدث للحيوانات اليافعة ، وعلى ذلك إذا ما مر الحيوان بالمرحلة اليافعة في قمة الأعداد بالعشيرة ، فإن فرصة كبيرة أن يبقى حتى البلوغ . وعموما ، فإن العشائر المنحدرة تتميز بقلّة معدل مواليد وارتفاع معدل وفيات كل من الأفراد اليافعة والبالغة .

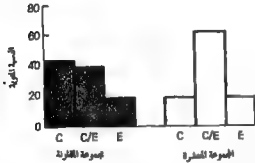
أجريت إحدى تجارب العشائر على حيوانات فأر بنسلفانيا الموجودة داخل سياج والغير مسيجة . فعلى حقلين متجاورين بمساحة ٨,٠ هكتار تمت ملاحظة ازدياد حجم العشائر بسرعة كبيرة ، ولكن في مرحلة القمة المبكرة ظهر التباين الواسع بين المجموعتين ؛ فالمسيجة وصلت أعدادها إلى ٣١٠ - وهذا يمثل ثلاثة أضعاف العشيرة الغير مسيجة . وأدى ازدياد العشيرة المسيجة إلى إتلاف الموقع السكن وازدياد الطلب على العشب ، وأعقب ذلك انحدار حاد مصحوب بأعراض الجوع - وهو وضع لم يحدث في العشيرة الغير مسيجة . وقد وجدت نفس النتيجة في النوع *M. ochragaster* يستنتج من ذلك أن تسييج عشائر *Microtus* يؤدي إلى هدم الميكانيكية المنظمة التي تمنع زيادة التكاثر على العشب والجوع . وعملية الانتشار هي العملية التي تبث فعلا عن وضع السياج ، حيث لم تلاحظ أية دلائل على تغير الحال بالنسبة للأعداد الطبيعية في وجود السياج .

ويمكن تصور طريقتين يعمل بهما إنتشار على تنظيم العشيرة . الأولى أن يرتبط الإنتشار بكثافة العشيرة بحيث تزداد هجرة الحيوانات في طوري القمة والانحدار . هذه الحيوانات تتعرض لكثير من المخاطر البيئية الغير ملائمة كمهاجمة الفيران الأخرى والأعداء المفترسة وغير ذلك .

الطريقة الثانية تفترض أن نوعية الأفراد المنتشرة تكون أكثر أهمية عن أعدادها ؛ فإذا ما اقتصر تحمل الكثافة العالية على حيوانات ذات تركيب وراثي معين ، فإن الانتشار قد يكون الميكانيكية اللازمة لقر هذه الأفراد . وفي إحدى التجارب تم إخلاء مساحتين من كل أفراد *Moerpus* وذلك بصيدها دوريا لمدة يومين كل أسبوعين . كانت الفيران حرة في أن تحتل هاتين المساحتين في الفترات ما بين عمليات الصيد . كان الانتشار في أكثر حالاته شيوعا في مرحلة إزدياد العشيرة ، كما كان يعتبر شائعا على الأقل في مرحلة الانحدار . والواقع أن كرييس وزملائه *Krel et al* (١٩٧٣) يعتبرون أن أغلب النقص في معدل زيادة العشيرة يعزى إلى الهجرة . وعلى العكس ، فالقليل من هذا النقد الكبير يعزى إلى الانتشار ، وبالتالي فلا بد أن يتشجع معظم الفقد من الوفاة في

الموقع .

وبالنسبة لبروتين السيرم متعدد المظاهر TF (ترانسفيرين transferrin) ولانزيم أمينوبيبتيداز الليوسين LAP (lencine aminopeptidase) وجدت دلائل قوية على تلازم وجود تغيرات كبيرة في تكرار الجينات والتراكيب الوراثية مع تغيرات العشيرة . فقد نقص تكرار أليل LAP^s (المتميز ببطء حركة ناتجة عن التفريد الكهربى) بمعدل ٢٥٪ في ذكور *Microtus* في بداية وقت لزيادة الفقد ؛ وبعد ذلك بأربعة إلى ستة أسابيع حدث انخفاض بنفس المعدل في الإناث . مثل هذه الملاحظة تؤكد بشدة أن حالات الفقد السكاني تعتمد على الانتخاب الوراثي ، وأن توزيع الفقد ليس متساويا بين كل التراكيب الوراثية .



شكل ١٣ - التراكيب الوراثية للترانسفيرين خلال مرحلة الزيادة في *Microtus pennsylvanicus* في خريف ١٩٦٩ ، وذلك بالنسبة للإناث المنتشرة مقارنة بالإناث المتبقية E.C. معلان أليل الترانسفيرين (ع كريسى وآخرون ١٩٧٣) .

في شكل ١٣ - ٤ تتضح مقارنة تكرارات التراكيب الوراثية لإناث *Microtus* المنتشرة والمتبقية أو الغير منتشرة . من الواضح أن الإناث الخليطة TF^E/TF^E و TF^E/TF^C أليلان لجين الترانسفيرين (كانوا أكثر شيوعا في العشائر المنتشرة عن المتبقية . والواقع أن ٨٩٪ من فقد الإناث الخليطة من العشائر المتبقية خلال زيادة العشيرة كان نتيجة الانتشار . أظهرت بعض التراكيب الوراثية الميل للإنتشار ، وهذا احتمال قد اقترح سابقا (إرجع مثلا إلى ليدىكر Lidicker ١٩٦٢) ولكنه لم يوضح من قبل في العشائر الحيوانية . وعلى ذلك فلا بد وأن هنالك ضغط إنتخاى مكثف . وإذا ما كان العامل الداخلى للتفاعلات بين أفراد فيران الحقل يمثل الميكانيكية الأولية ، فلا بد وأن تختلف الخصائص السلوكية للأفراد خلال الدورة . هذا ما تم إختباره في ذكور *M. ochragaster* و *pennsylvanicus* .

أظهرت الدراسات المعملية تغيرات معنوية في السلوك العلوانى مقدرة بمجالات

كانت النتائج متوافقة مع إفتراض وجود تأثيرات وراثية وسلوكية تبعا لإفتراح تشيتى Chitty (١٩٦٧) الموضح فى شكل ١٣ - ٥ . يبنى نموذج شيتى لتنظيم العشائر على « تعدد المظاهر السلوكى » ، حيث يوجد أفراد تتحمل وأفراد لا تتحمل الإزدحام ؛ وبالتالي فإن تغير الكثافة يعمل كقوة إنتخابية على هذه الطرز السلوكية .

وتبعا لهذا الافتراض ؛ فإنه بازدياد حجم العشيرة يزيد التصادم المتبادل والإنتخاب للسلوك العدوانى - والهجرة تمثل إحدى الطرق التى يحدث بواسطتها (الإغلاب ، وكقوة إنتخابية يحدث تأثيرها بأقصى درجاته خلال مرحلة التزايد فى دورة العشيرة . وهناك الآن دليل واضح (أنظر ما سبق) على وجود إختلافات وراثية بين الأفراد المهاجرة والمتبقية . وكما أشار كريس ومجموعته (١٩٧٣) وكذلك فيربين Fairbairn (١٩٧٨) تكمن أكبر الفجوات فى معرفتنا فى مجال تداخل السلوك والوراثة . فمثلا لا يعرف شيئا عن كفاءة التوريث أو البناء الوراثى لصفة مثل العدوانية فى العشائر الطبيعية للقوارض الصغيرة . والمثال الذى أوردناه على فأر الحقول لا يعنى اكتمال معلوماتنا عنه ، لكنه يوضح أهمية التفورات الوراثة والسلوكية الملائمة لدورات العشائر - وهى نتيجة تبدو ، إذا ما عممت ذات أهمية بالغة ، حتى بالنسبة لنوعنا البشرى .

درس فيل وفيل وهارلى Vale, Vale & Harley (١٩٧١) ذكور الفئران المنزلية البالغة ٤٤ إلى ٥٥ يوما والتابعة لخمس سلالات مزبارة داخليا ، وذلك فى عشائر صغيرة مكون من عدد ٢ أو ٤ أو ٨ حيوانات للقفص الواحد . لوحظ كل من السلوك العدوانى والاعتناء الإجتماعى بالنظافة لمدة عشرة أيام ، ثم بعدها إزالة ووزن الغدد الكظرية والخصى والحويصلات المنوية . وقد كانت هنالك إختلافات بين الخمسة سلالات بالنسبة لخمس قياسات سلوكية ولثلاثة قياسات الوزنية المذكورة (جدول ١٣ - ٥) .

كان عدد أفراد العشيرة متلازمة مع تأثيرات معنوية على قياسين سلوكيين ؛ عدد مرات المطاردة والهجوم ، وكذلك وزن الغدد الكظرية والخصى والحويصلات المنوية . كان هنالك أيضا تلامم موجب بين سلوك التسابق ووزن الغدد الكظرية وكذلك بين الاعتناء الإجتماعى بالنظافة ووزن الغدد . بالنسبة للمتبعين ، عدد الهجمات ووزن الغدة الكظرية ، كانت هنالك تداخلات بين التركيب الوراثى - وعدد العشيرة ، مشيرة بذلك إلى عدم تماثل السلالات فى العدوانية عند ازدياد أعداد العشيرة . ومعنى آخر ؛ أن زيادة أعداد العشيرة لا يودى بالضرورة إلى زيادة العدوانية أو زيادة وزن الغدة الكظرية بالنسبة لكل التراكيب الوراثة . وهذا يتفق مع نموذج تشيتى (١٩٦٧) الخاص بالحيوانات التى تتحمل والتى لا تتحمل الإزدحام : من هنا تبدأ الفجوة بين السلوك والوراثة فى التقارب .

جدول ١٢ - ٥ : ملخص نتائج تحليل ثنائي متغيرات في ذكور خمس من سلالات الفأر المنزلي المرباه داخليا .

Variables	Effects		
	Strain	Population number	Interaction
Number of chases	$P < 0.01$	$P < 0.05$	NS
Number of attacks	$P < 0.0001$	$P < 0.025$	$P < 0.01$
Number of fights	$P < 0.01$	NS	NS
Number of social grooms	$P < 0.0001$	NS	NS
Number of tail pulls	$P < 0.0001$	NS	NS
Adrenal weight	$P < 0.0001$	$P < 0.005$	$P < 0.005$
Testis weight	$P < 0.0001$	NS	NS
Seminal vesicle weight	$P < 0.0001$	NS	NS

NS : غير معنوية

المصدر قبل وفيل وهارلي (١٩٧١) Vale, Vale and Harley .

في السنوات الأخيرة ظهرت تقارير عديدة عن الإقليمية في كثير من الحيوانات ، وإن كانت التحليلات المقدمة التي يمكن أن تعرض في مرجع عن وراثة السلوك ما زالت قليلة . في أعمال أودونالد O'Donald (١٩٧٦ ، ١٩٧٧ وما قبلهما) توجد دراسة موسعة على طائر الكركر القطبي ، وهو طائر بحري شبيه بالنورس يبدى تعدد المظاهر بالنسبة للون الريش ، فيوجد منه الشاحب والمتوسط والداكن . وبشكل عام نجد أن الداكن له أفضلية تكاثرية عن المتوسط ، والمتوسط له بدوره أفضلية تكاثرية على الشاحب ، ويبدو هذا التأثير أكثر وضوحا عندما نقارن بين ذكور ليست لها خبرة سابقة في التزاوج . هذه الملاحظات يمكن تفسيرها بأن الإناث تبتدى تفضيلا لتزاوجيا نحو الذكور الداكنة .

يقوم كل زوجان بحماية منطقتيما . ذكر أودونالد حالات الدفاع القوي عن المنطقة أحيانا ، وندرة مهاجمة الغزاة في حالات أخرى . فالذكور ذات المستوى العالي من هرموني الجونا دوتروفين والأندروجين تحتفظ بمناطق أكبر وتغازل الإناث بصورة أكثر نشاطا واستمرارية عن غيرها من الذكور ، ومن النماذج التي تجد بعض الدعم من النتائج السابقة أن كثير من الإناث تبتدى درجة حدية منخفضة للإستجابة للذكور الداكنة والمتوسطة ، والذكور الداكنة والمتوسطة بدورها تميل إلى حيازة مناطق أكبر ، أما الطيور الشاحبة فلها أفضلية عامة تتمثل في أنها تبدأ التزاوج الأول في عمر أصغر من غيرها .

والخلاصة أن تعدد المظاهر في طائر الكركر القطبي تم المحافظة عليه بالتألف مجموعة من الاختلافات الخاصة بالعمر عند بدء التزاوج وتفضيل التزاوجي والإنتخاب الجنسي ؛ هي متلازمة مع التباين في حجم المناطق التي يسيطر عليها الأفراد التابعة للأشكال المظهرية

المختلفة . مثل هذا العمل المفصل مطلوب لفهم تراكيب العشائر في الأنواع الأرضية التي تبدى درجة ملحوظة من تعدد المظاهر .

١٦ - ٣ الشعب الوراثي والحضارى فى القبائل البشرية

حلل هويلز Howells (١٩٦٦) تركيب العشيرة فى بوجينفيل بجزائر سولومون ، آخذاً فى الاعتبار المجموع العرقية الثانية عشرة التى تمثل أغلب أقاليم الجزر (شكل ١٣ - ٦) . أوضح الدليل اللغوى والحضارى أن التمايز العرقى الموجود لا ينبى فقط على عمليات محلية ، حيث تتضمن الدراسة ثلاثة مجاميع مهاجرة على الأقل . وتتراوح البيئة الطبيعية ما بين الشواطئ الساحلية ومنحدرات الهضبات وما بين القمم والمناطق الجبلية . تم حساب عدد من « المسافات » بين المجموع العرقية ، وذلك بناء على النتائج المتجمعة من دراسة ١٣٠٠ ذكراً ، كما حسبت معاملات التلازم بين كل حالات الأزدواج الممكنة بين الثانية عشرة مجموعة وعددها ١٥٣ . وقد كانت المسافات المهمة لمناقشتنا هى :

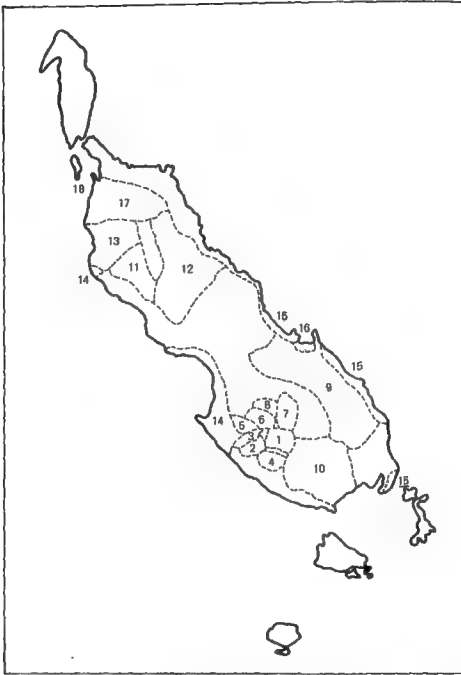
- المسافة الجغرافية Geographic distance (GEOG) : وتقاس بين مراكز مناطق المجمع .

- المسافة اللغوية Linguistic distance (LING) : مقياس يأخذ فى اعتباره عدد الكلمات المشتركة بين اللغات .

- المسافة الحجمية (SIZE) : مسافة بنروز Penrose (١٩٥٤) الحجمية ، وفيها يقاس الحجم الكلى مستقلاً عن الاختلافات الأخرى ، وقد بنيت على ثمانية قياسات تتضمن الارتفاع عند الجلوس ، طول الذراع ، عرض الصدر ، طول الرأس ، بجانب أربعة قياسات أخرى للرأس .

- المسافة الشكلية (SHAPE) Shape distance : مسافة بنروز (١٩٥٤) الشكلية ، وهى تقيس إختلافات النسب التى تبقى الحجم ثابتاً . وتبنى على نفس القياسات الثانية المستخدمة فى المسافة الحجمية السابقة .

- الملاحظات المورفولوجية (SCOPIC) : ملاحظات الخصائص البشرية الوصفية anthroposcopic أو الغير مقاسة التى تتضمن شكل الشعر ، تركيب الشعر ، لون شعر الرأس ، لون العين ، ارتفاع فتحة العين ، انحدار الجبهة ، عرض قاعدة الأنف ، ميل طرف الأنف ، وسمك الشفة . تم الحصول على متوسط عام للمسافة وصفه هويلز Howells (١٩٦٦) .



شكل ١٣ - ٦ : خريطة يوحينيل التي توضح مواقع المشاهد المدروسة . المجموع ١٤ - ١٨ (والمعلمة بخطوط تحت أرقامها) تكلم الميلانيزية (عن هويلز Howells - ١٩٦٦) .

كانت معاملات التلازم لكل القياسات موجبة (جدول ١٣ - ٦) . من الملاحظات الهامة بالنسبة لنا ما شوهد من تلازم بين المسافة اللغوية والثلاثة مسافات

البيولوجية (SCOPIC, SHAPE, SIZE) ، حيث بأن المسافات البيولوجية تعتبر خاضعة لتحكم وراثي قوي . وقد وجدت معاملات تلازم عالية بين هذه القياسات الثلاثة ، خصوصا بين SHAPE و SCOPIC ، وبين LING من ناحية أخرى . وبعبارة أخرى فإن هنالك تلازما بين التشعب البيولوجي (الوراثي) واللغوي في بوجينفيل ؛ أو أن هنالك تلازما بين التشعب البيولوجي والحضاري ، مع استخدام اللغة كمقياس للحضارة . هذا التشعب اللغوي يعود غالبا إلى هجرة مختلف المجموعات إلى بوجينفيل ثم تراكم الانحراف اللغوي في العشيرة التي كانت متائلة وراثيا ، مما يؤدي إلى الانعزال والتميز اللغوي ، وحتى إذا ما انعزلت العشائر التي تتكلم بلغة واحدة عن بعضها ، فقد يحدث نفس الشيء . وما أن ينشأ الاختلاف اللغوي ، فإنه ينشط الاتصال الاجتماعي ويعمل كمحدد لتبادل أو سريان الجينات ، وبالتالي ينشأ التشعب الوراثي . وقد لاحظ فريدلاندر وزملاؤه Friedlander et al. (١٩٧١) بالنسبة للقرى الثمانية عشرة في بوجينفيل ؛ أن التزاوج بين القرى يتم غالبا داخل المجموعة اللغوية الواحدة ، ونادرا بين المجموعات اللغوية المختلفة . وقد استخدموا في دراستهم تعدد المظاهر في مجاميع الدم وبعض الصفات البشرية المقاسة الأخرى كمقاييس للمسافة البيولوجي ، وتوصلوا إلى نتائج مشابهة لنتائج هويلز (جدول ١٣ - ٦) .

جدول ١٣ - ٦ : معاملات التلازم بين قياسات المسافات المختلفة في دراسات

Measure*	GEOL	LING	SIZE	SHAPE
LING	0.58			
SIZE	0.13	0.31		
SHAPE	0.24	0.43	0.36	
SCOPIC	0.22	0.42	0.45	0.28
Measure†	1	2	3	
1 الجغرافيا				
2 اللغوي	0.506			
3 لبيولوجي	0.406	0.565		
4 البشري	0.170	0.547	0.418	

+ معادلة عن فريد لاندر وآخرون Friedlander et al. في كلا الخاتمة: $P = 0.01$ للانحراف من الصفر عندما يكون معامل التلازم 0.22

أبدت الدراسات التي جرت في المناطق الغير صناعية في العالم اتفاقا عاما مع نتائج هويلز وفريدلاندر ، مثلا في رواند - أووندي وفي كينغو في وسط أفريقيا (هيرنو

Hiernaux - ١٩٥٦) ، وفي غينيا الجديدة (لفنجستون Livingstone - ١٩٦٣) ،
وفي هندوستانوما في المناطق الاستوائية من أمريكا الجنوبية (سيلمان ومجليزاوويل
Spiellman, Migliazza & Need - ١٩٧٤ ؛ نيل وآخرون - ١٩٧٧) .

نفس الاستنتاج ينطبق على القبائل الأسترالية البدائية في المناطق الشمالية من أستراليا
(وايت وبارسونز White, parsons - ١٩٧٣) ؛ حيث أن الشعب الاجتماعي
الحضارى كان متلازما مع الشعب اللغوى والوراثى - ومن الأمثلة الهامة المبنية على
المسافات الوراثية من مجاميع الدم ما يوجد من علاقة قريبة نسبيا بين قبيلة يولنجو
yolngo التى تسكن في الشمال الشرقى في أرnhem Land (في القسم الشمالى
من الإقليم الشمالى) ، وقبيلة أراندا Aranda التى تسكن في البلاد الجافة في وسط
أستراليا (شكل ١٣ - ٧) . أكدت النتائج الخاصة بدراسة البصمات هذه العلاقة ،
وهو أمر يخالف المتوقع بناء على المسافة الجغرافية ، وأن كان ممكن التفسير على أساس أن
قبيلة أراندا تمثل حالة من حالات الهجرة الحديثة لأهل الشمال نحو الجنوب (بيردسل
Birdsell - ١٩٥٠) . أكدت النتائج اللغوية ذلك ؛ حيث لوحظ أن لغة الأراندا تشابه
لغلا اليولنجو أكثر مما تشابه لغات القبائل المجاورة لها في وسط أستراليا .

وفي أستراليا كما في قبائل بوجينفيل يفترض أن سريان الجينات بين القبائل منخفضة
(تينديل Tindall - ١٩٥٣) . هذا الافتراض يؤيد احتمال أن اللغة والعوامل الاجتماعية
الحضارية الأخرى المتلازمة معها تثبط الإتصال الإجتماعى ، وتعمل على هذا الأساس
كعائق لسريان الجينات .

فقبل إستيطان الأوربيين كان السكان البدائيون منقسمين إلى قبائل منفصلة وراثيا إلى
حد ما . ورغم صعوبة معرفة ما حدث في الماضى بالضبط ، فمن الواضح من مجاميع
القبائل المتبقية أن الخلط اللغوى والوراثى يحدثان بين القبائل وأنهما متلازمان .

ويمكن أيضا افتراض حدوث الانحراف اللغوى داخل العشيرة المتجانسة وراثيا ،
وهذا يؤدي إلى العزل والتميز الوراثى : هذا الانحراف قد يعمل بنظام التغذية الرجعية
الموجب ، أى يتم تدعيم أكثر بما هو معروف من تلازم مرتفع بين المسافة اللغوية
والجغرافية (وايت وبارسونز - ١٩٧٣) . فمن الواضح وجود توازى بين التباين
اللغوى في منطقة أرnhem لاند ، خصوصا عند الساحل ، وبين الخلط الوراثى ، وهو أن
يتفق مع فرضية الانحراف (وايت - ١٩٧٩) . وكما كتب وايت وبارسونز
(١٩٧٣) :

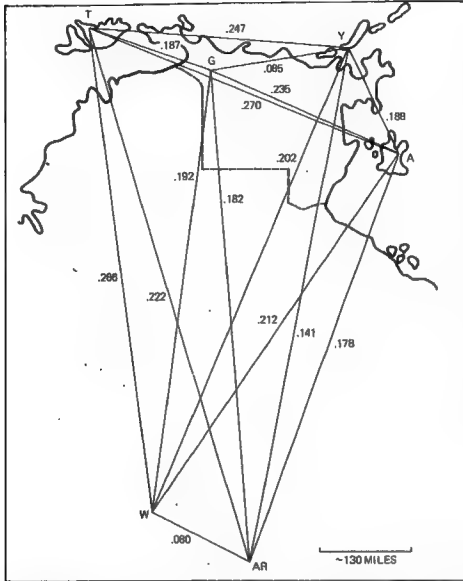
من الصعب هنا أن نعرف ماهو السبب والتأثير ، أو بمعنى آخر ما إذا كانت الاختلافات اللغوية الأولية تدل على مستودعات جينية مختلفة ؛ أو أن الانحراف اللغوي يحدث في عشيرة متجانسة وراثيا ، ويقود إلى العزل والتميز الوراثي بين الأفراد المتباينة لغويا ؟ لعل التفسير الأخير أكثر مناسبة وأن اللغة نفسها تقبل للانحراف متصاحبة مع العزل ، حيث أن التباين اللغوي ما أن يحدث فإنه يعمل على تثبيط الاتصال ويعمل كمعائق لسريان وتبادل الجينات .

والعشيرة الناتجة في أى من الحالات تكون عبارة عن خليط من القبائل ذات المستودعات الجينية المختلفة نوعا .

درس وايت وبارسونز بعد ذلك (١٩٧٦) التباين داخل القبيلة *Intratribal variation* في شمال شرق أرنهم لاند (شكل ١٣ - ٨) وذلك داخل قبيلة يولنجو . وجد الخلط الوراثي على هذا المستوى أيضا ؛ وعزى أساسا إلى مكونات لغوية واجتماعية وخصوصا تجمعات التزاوج . وكانت تجمعات التزاوج متلازمة مع أقسام الصرف مثل سلاسل الجبال ؛ التي تعمل كمعائق طبيعية للإتصالات . ويوضح شكل ١٣ - ٨ مناطق الصرف الرئيسية في شمال شرق أرنهم لاند التي تتداخل مع منطقة تواجد اليولنجو . والخاصة أن اليولنجو يكونون شبكة في وحدات التزاوج الداخلى في نطاق معقد حضارى ولغوى عريض . وعلى مستوى كل من القبيلة والمنطقة نجد أن توزيع الوحدات داخلية التزاوج شديد التقارب مع أقسام الصرف . والواقع أن مجتمع اليولنجو يمكن اعتباره مجتمعا كونفدراليا مكونا من العديد من القبائل ؛ على الأقل عندما تستخدم مصطلح قبيلة *tribe* بمفهومه البيولوجي ؛ أى الوحدة المنعزلة تكاثريا إلى حد كبير من الوحدات المجاورة .

درس بيردسل *Birdsell* (١٩٧٣) حجم القبيلة في أهالي استراليا البدائيين ببعض التفصيل .

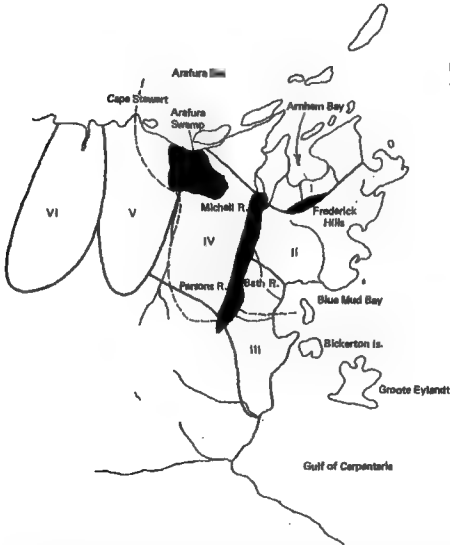
كثير من القبائل تتكون من عشيرة متوسط عدد أفرادها ٥٠٠ فردا وتسمى بالقبائل الجدلية (الديالككتيكية) ، أى التي لا يوجد بها تنظيم سياسى أو سلطة ، وبالتالي لا توجد بها قيادة . وتستثنى قبيلة الأراندا من ذلك ، حيث كان عدد أفرادها عند أول اتصال تاريخي بها ١٥٠٠ . والواقع أنها مكونة من ثلاثة تحت - مجاميع ؛ الأراندا الشمالية والأراندا الغربية والأراندا الجنوبية . وهم يعرفون تبعيتهم لمجتمع ديالككتيكي واحد ، ولكنهم على دراية باختلاف الحديث بين سكان المناطق المختلفة . ويبدو أنه عند اكتشاف هذه القبيلة كانت تمارس عملية التمايز إلى ثلاثة وحدات قبلية وديالككتيكية ،



شكل ١٣ - ٧ : المسافات الوردية بين أهالي اسراليا الأصليين مبنية على مجاميع الدم ونظم البروتينات في
 ميوم الدم للقبائل (A) أن لاجوا ، (AR) أراندا ، (G) ، جانوج جو ، (V) يولجو ، (T) توي ، (W) والري .
 لاحظ مواقع القبيلتين المدرستين في الكتاب : يولجو في شمال شرق ارنهم لاند ، اراندا في وسط اسراليا .
 (الخط المقطع يوضح التقسيم بين المطلقين) عن وايت وبارسونز (White & Parsony - ١٩٧٣) .

متوسط كل منها حوالي ٥٠٠ فردا . وكما ذكر بيردسل (١٩٧٣) : « ميل القبائل ذات الأحجام فوق العادية إلى أن تفشل في المحافظة على تجانس لغة الحديث في نطاق أفرادها ليس من غير المتوقع ؛ وقد يفسر على أساس مفهوم كثافة الاتصال » . والانقسام إلى قبائل جديدة يفترض تلازمه مع التمايز الاجتماعي الحضاري واللغوي والوراثي ،

وما تم الحصول عليه من دلائل يؤكد التلازم الموجود بين هذه العوامل الثلاثة .
وكما لاحظنا قبل ذلك ؛ حصل وايت وبارسونز (١٩٧٦) على دليل حقل مفصل
لهذه الظاهرة في قبيلة البولنجو التي يبلغ عدد أفرادها الآن ٤٠٠ ، ٢ .
التركيب الإجتماعي لأهالي استراليا البدائيين وقت اكتشافهم تاريخيا ، كان يتمثل
مجموعة من وحدات الترية المنفصلة ، وبالتالي يتوقع وجود خليط من التكرارات الألية



شكل ١٣ - ٨ : خريطة شمال شرق أيرنهم لاند ، Arnhem Land ، الأقليم الشمالي وتظهر به أقسام الصرف
(٧١ - ١) وبعض الملاجئ الطوبوغرافية (المظلة) ، الخطوط المستمرة تمثل النظم النهرية الرئيسية ، والخط
المقطع يمثل الحدود الترية لقبيلة البولنجو (عن وايت وبارسونز White & Parsons ١٩٧٦) .

بين (وحتى داخل) مختلف القبائل ؛ وعلى مستوى استراليا يبدو التباين التدرجي في تكررات الأليلات (كيرك Kirk - ١٩٦٦) ، الذى يشابه ما وجدته سيلاندر Selander (١٩٧٠) في دراسة على الفيران في طول وعرض ولاية تكساس . ومستوى الخلط المتوقع يمكن افراض إنخفاض عما هو موجود في حالة الفيران البرية التى تقل وحدات التربية الفعالة فيها عن ١٠٠ فردا . والاختلافات النسبة في حجم العشيرة يمكن أن يعزى إلى ظهور اللغة كوسيلة للإتصال في سكان استراليا البدائيين .

١٣-٧ . تطور السلوك في النوع الإنسانى

تم التعرض لتطور الإنسان في كثير من المراجع (ماير Mayr - ١٩٦٣ ، دوبرانسكى Dobzhansky ١٩٦٤ ، هاريسون وآخرون Harrison et al - ١٩٦٤) ؛ ونحن نهدف هنا إلى ذكر بعض التغيرات السلوكية الهامة في هذه العملية التطورية . النوع الإنسانى المعاصر *Homo sapiens* يمثل الناتج النهائى لتاريخ تطورى طويل ؛ وذلك ما فهمه داروين Darwin (١٨٧١) من قبل . ومن سجل الحفريات يظهر أن عائلتي *Hominidae* (الإنسان) و *Pongidae* (القردة العليا) قد انفصلنا خلال العصر الايوسينى ، وأن التمايز ظهر جيدا في الحقب الميوسينى واليوسينى منذ قرابة ١٠ - ١٥ مليون عام . وفي القسم الأخير من الحقب البليستوسينى ، أى منذ مليونى عام تقريبا ، ظهر أول ما اعتقد أنه *homonid* ويسمى *Australopithecus* . هذا الشكل الهام يتميز بالآتى : (١) تضخم الجمجمة وبالتالي النسيج العصبى ؛ هذا رغم أن مخه يزيد قليلا عن غ شيمبانزى ويكاد لا يزيد عن ثلث حجم غ نوعنا الحالى *Homo sapiens* ؛ (٢) السير على القدمين ؛ (٣) استخدام الأدوات ، وهى خاصة صمحت بها قدرته أن يسير على قدميه ؛ (٤) القدرة على الاتصال والصيد في جماعة ؛ (٥) بداية أكل اللحم . هذا الشكل استمر حتى فترة كبيرة من العصر الجليدى ، وربما لم يختف إلا منذ قرابة ٧٠٠,٠٠٠ عام .

الخطوة الرئيسية التالية كانت ظهور *Homo erectus* منذ حوالى ٦٠٠,٠٠٠ عام . تميز هذا النوع بأن حجم المخ وصل إلى ١,٠٠٠ سم^٣ ؛ أى ضعف حجم غ *Australopithecus* وحوالى ٧٥٪ من غ *Homo sapiens* . تتواجد جفائر *H. erectus* عادة مع الأدوات الحجرية ، بما في ذلك القووس ، التى صنعها واستخدمتها . وبما أن أماكن الحفريات تحتوى على عظام لحيوانات كبيرة من الواضح أنها قد تم اصطيادها وقتلها ،

فإن وجود الجماعات المنتظمة امر وارد . ووجود كلا من الأدوات الحجرية وجماعات الصيد المنتظمة يدل على وجود شكل من أشكال الحديث بين الأفراد ، أى مستوى اتصال أرق مما كان موجودا بين القردة العليا وغيرها من الحيوانات . والاتصال شائع عموما فى الرئيسيات الغير بشرية ؛ ولكن ليس الاتصال اللفظي . ويبدو أن البنية العصبية المحددة وراثيا ليست كافية بالقدر الذى يسمح بالسلوك اللفظي فى هذه الحيوانات (دى فور Devore - ١٩٦٥) والدلائل المتحصل عليها من مواقع الحفريات تدل على أن الصفات السلوكية فى *H. erectus* أكثر قربا إلى صفات *Homo sapiens* عن صفات *Australopithecum*

وأول بشر لا يمكن تمييزهم عنا ظهوروا منذ قرابة ٣٥٠,٠٠٠ - ٤٠,٠٠٠ عام خلال آخر مراحل العصور الجليدية . وقد اختفت الأشكال الأولية من جنس *Homo* وإن كانت الحفائر غير كافية لتحديد ما إذا كان ذلك قد حث نتيجة للتطور أو التهجين أو الانقراض (فاشيرن Washbern - ١٩٧٨) . وقد صاحب ظهورهم سرعة توسع وتنوع وتقدم الحضارة . وأحاطوا موتاهم عند الدفن بالأزهار والأدوات الموضوعة بعناية حول أشجارهم ، ولذا من المعقول تصور اعتقادهم فى الحياة الآخرة وفى وجود شكل من أشكال الدين لديهم . هؤلاء يمثلون *Homo sapiens* - أو الإنسان الحديث .

كان الاتجاه التطورى نحو تقدم القدرات العقلية - هذا ما جعل للإنسان موقف المفرد بين الكائنات . فالإنجازات المورفولوجية مثل زيادة حجم المخ من ٥٠٠ سم^٣ من *Australopithecus* إلى ١٤٠٠ سم^٣ فى *H. sapiens* وظهور مقدرة السير . على قدمين ، بجانب الإنجازات السلوكية مثل ظهور القدرة على التواصل وعمل الأدوات ، كل ذلك كان متفقا مع نشأة القدرة على الاندماج فى أعمال متناسقة ذات طابع تعاونى . وفى *Homo* الحديث ، بالإضافة إلى أوجه التقدم التى تميز بها *H. erectus* ، نجد : (١) التقدم فى صناعة الأدوات ، (٢) الانتظام الحضارى المحكم ، (٣) زيادة إضافية فى حجم المخ ، (٤) طول فترة الطفولة والمراهقة مما يسمح بمدة أطول الاستيعاب المنجزات الحضارية ، (٥) درجة من التحكم فى البيئية عن طريق التقدم فى الطب والتكنولوجيا . زيادة حجم المخ يعد مثالا للإنتخاب الموجه حيث يلاحظ أنه كان سريعا جدا ، كما يبدو من السجل الزمنى للحفريات . وبما أن ذلك كان متلازما مع ظهور التقدم المضطرب فى القدرات العقلية فلا بد وأنه كانت هنالك أفضلية انتخائية للتواصل الأكثر كفاءة ، وربما كان ذلك مرتبطا بظهور الأدوات واستخدام النار والصيد فى مجموعات . ومن المحتمل تماماً أن المرة التى زاد فيها مخ *Homo* بسرعة كانت متوافقة مع تطور القدرة على اختراع

واستخدام اللغة في الاتصالات . فالكلام ليس مهما فقط لظهور هذه السلوكيات ؛ ولكنه أساسى لظهور أفكار وخطط المستقبل . ومن الملاحظ أن ظهور اللغة صوبح بالعديد من حالات التنوع اللغوى والعزل . وكان ذلك متزامنا مع التنوع الوراثى ، كما يلاحظ في المناطق التى يمكن فيها حتى الآن دراسة قبائل *H. sapiens* (انظر قسم ١٣ - ٦) .

من المحتمل تماما أن البنية التزاوجى للقبائل البدائية قد أثرت في معدل تطورها . إذا ما كان للذكر القائد عديد من الزوجات (تعدد الزوجات *polygyny*) ، فإنه يشارك في التراكيب الوراثية لأفراد الجيل التالى بمقدار أكبر من المعدل الخاص بالذكر العادى . هذه الأفضلية التكاثرية تنشر خصائص هذا الفرد ، وهى خصائص جسدية وعقلية ضرورية للقيادة . لذلك فإن خصائص الفرد القائد تكون أكثر عطاء في تحديد كفاءة المجموعة ككل . والدليل الفعلى على دور تعدد زوجات القائد من الصعب الحصول عليه ، وإن كان ملاحظا في بعض القبائل البدائية ، مما يوحى بإمكانية كونه أحد الحالات الأصلية القديمة . كما أنه ظهر بشكل أو بآخر في كل القرود العليا (بارثلميو وبيردسل *Bartholomew & Birdsall* - ١٩٥٣) .

والمعلومات المتاحة عن تركيب العشائر البشرية القديمة من الصيادين وجامعى الثمار نادرة . وقد صنف وايت (١٩٧٩) النتائج السكانية التى جمعها بنفسه والتى جمعها من سبقه عن قبيلة البولنوجو الموجودة في شمال شرق أرنهم لاند (شكل ١٣ - ٨) . وقد وجد أن معدل النسل المتبقى لكل أنثى لا يبدى تباينا كبيرا ويتراوح بين ٢,٣ - ٣,٥ . هذه الأعداد كانت متوافقة مع نتائج سالزانو *Salzano* (١٩٧٢) التى توضح أن الصيادين وجامعى الثمار ينتجون نسلا أقل من عشائر المجتمعات الزراعية . يمكن شرح ذلك على أساس الفرق في الفترة ما بين إنجاب كل طفل وآخر ، حيث يصعب حمل وإرضاع طفلين في وقت واحد في مجتمع دوندىجي *Dondyji* داخل قبائل البولنجر ، وجد أن قيمة الخصوبة الكلية للذكور (عدد أفراد النسل الحية) $8,1 \pm$ ، ٦,١ مقارنة بالنسبة الخاص بالإناث $3,8 \pm 2,9$ (وايت - ١٩٧٩) . فالإناث تتعرض بدرجة واحدة لإحتمال الحمل ونادرا ما تفشل في التكاثر ، بينما يتميز الذكور بضخامة التباين بين التكاثرية . يعزى هذا التباين إلى تعدد الزوجات الذى يؤدي إلى الكبر النسبى في عمر الذكر عند حصوله على الزوجة الأولى . فيوجد كثير من الذكور في المرحلة التكاثرية بلا زوجات . وبالتالي قد ينجب بعض الذكور عددا قليلا من الأفراد ، بينما تنتج ذكور أخرى أعدادها هائلة ، مؤثرة بذلك على المستودع الجينى

للمجتمع بشكل كبير . ويمكن من هنا أن تستنتج أن تباينات خصوبة الذكور تعطي فرصة أكبر عن تباينات الإناث . بالإضافة لذلك ، فهذه النتائج تؤكد أهمية تعدد الزوجات كمحالة أصلية في مرحلة الصيد من جمع الثمار في تطور الإنسان .

لا يوجد اختلاف تشريحي بين الإنسان الحديث ، الذى ظهر من ٣٥,٠٠٠ - ٤٠,٠٠٠ عام وبيننا : أى لم يكن هنالك ضغط إنتخاى لتغيير الملامح التشريحية . هل يعنى ذلك أن الانتخاب الطبيعي قد توقف ؟ الإجابة يجب أن تكون بالنفى . فقد تحولنا من نوع يعيش في مجتمعات صغيرة للصيد إلى مجتمع يعيش الكثير من أفرادها في مجتمعات عالية التعقيد . وحتى هذا القرن كان معدل ازدياد العشيرة في النوع الإنسانى منخفضا تماما بسبب أحد العوامل الخارجية المرض . ولابد أن ضغطا ما قد مورس لصالح جينات المقاومة للأمراض معينة . بعض هذه الأمراض قد صارت هامة نتيجة لطريقة حياة البشر . فمثلا عزى لفتنستون *Livingston* (١٩٥٨) الملاريا إلى نظام الزراعة الذى فتح أراضى الغابة للمستنقعات الراكدة وجعلنا نتعرض للحشرات الحاملة للأمراض ، وبالتالي للملاريا . واحد عواقب الملاريا كان تغير مستودع الجينات . فنظرا لمقاومة حاملي جينات أنيميا الخلايا المنجلية ونقص سلاسل الهيموجلوبين ونقص إنزيم جلوكوز - ٦ - فوسفات دى هيدروجينيز ، فإن هذا التركيب الوراثى المقاوم كان مفضلا ، مما أدى إلى حالات التعدد المظهري في مناطق وجود الملاريا . (انظر برجسما *Bergsma* - ١٩٧٩ لمزيد من التفاصيل حول هذه الحالات الوراثية) .

أدى التقدم التكنولوجى إلى تعرض البشر لأمراض أخرى (أو من وموتلسكى *Omenn & Motulsky* - ١٩٧٢) . كما سبب انجذاب القوارض إلى المجتمعات المستقرة نقل بعض الأمراض الوبائية . وتؤدى ممارسة نظام زراعة المحصول الواحد إلى حالات من النقص الغذائى . والأكثر غرابة هو مرض كورو (قسم ١٣ - ٥) الناجم عن افتراس أنحاض الموتى . وإذا كانت الأمراض المعدية قد تراجعت اليوم ، فإن تأثير التحكم فيها (يبدو واضحا في تزايد العشائر بما يشبه ما ذكرناه في فيران الحقل (قسم ١٣ - ٥) . في الحالة الأخيرة تعمل هجرة بعض التراكيب الوراثية على إقلال معدل هذه الزيادة . وحتى وقت قريب ، كانت الهجرة عاملا مؤثرا في العشائر البشرية ، ولكن بالنسبة لنا يبدو أن هذه المرحلة قد انقضت . ويبدو أن العامل الذى سيكتسب أهمية خاصة كعامل محدد هو المساحة المتاحة ، كما هو الواضح في القوارض (كالهنون *Calnon* - ١٩٦٢) ، حيث لوحظ وفيات الأطفال والسلوك المرضى بخصيصان لعدم توفر مساحة كافية لإقامة علاقات اجتماعية سليمة في حالة الازدحام . بالنسبة للإنسان

سيستتبع ذلك حدوث بعض التغيرات السلوكية في العشائر ، وهذه التغيرات قد تخضع للتحكم الوراثي (هوجلاند Hargland ١٩٦٦) . ورغم صعوبة المقارنة بين مجتمعاتنا ومستعمرات الفيران ، فإن المكان ألتاح كعامل سلوكي محدد يزداد أهمية - وقد صار ملحوظا فعلا . في المدن الفقيرة المكتظة . ويزيده حله تقدم التكنولوجيا ونقص معدلات الوفيات .

وسرعة ما يحدث في الوقت الحالي من التغيرات السكانية والطبية والتكنولوجية المتلازمة مع التغيرات الاجتماعية تجعل تكيف العشائر لها من الصعوبة بمكان . وبالتالي ، فالفهم السليم للسلوك البشري وأسامه الوراثي يعد أساسيا . فقد يكون هنالك مثلا تراكيب وراثية بشرية تتحمل الازدحام ومستوى الضوضاء ، حيث تكون مفضلة انتخايبا في هذه الظروف . وهذا يجعل النوع البشري يتطور في اتجاهات مختلفة عما كانت مفضلة في الماضي .

١٣ - ٨ التراكيب الاجتماعية : المغزى التطوري للسلوك

في هذا الكتاب أخذنا في الاعتبار الانتخاب الطبيعي من مفهوم تأثيره على الأفراد في عشيرة ما - وتأثيره على الأفراد كتراكيب وراثية يكون من خلال درجات النجاح التكاثرية المختلفة لهذه الأفراد . فمن خصائص النوع وجود المميزات الجسدية والسلوكية التي تخدم في زيادة فرصة أفرادها أن ينقلوا جيناتهم إلى الجيل التالي وبالمفهوم الدارويني فإن الكفاءة تعني نجاح فرد معين في تحقيق ذلك . وعموما ففي هذا الفصل ومن قسم ١٣ - ٤ تعرضنا لأشكال مختلفة من الانتخاب على مستوى العشيرة المحلية . وهذا ما يكون عاة انتخاب بين الدييمات *Interdeme Selection* أى التكاثر المتفاوت بين مختلف العشائر المحلية . وعندما تمثل العشائر المتضمنة مجاميعا اجتماعية ، كثيرا ما تستخدم مصطلح انتخاب المجموعة *group selection* . وعندما ينشئ الانتخاب على القرابة كمجموعة اجتماعية ، يستخدم مصطلح انتخاب القرابة *kin selection* . وتبعاً لويلسون Wilson (١٩٧٣) فإن انتخاب القرابة الخالص والانتخاب بين الدييمات الخالص يمثلان طرفي المجال الكامل لكل الحالات الممكنة في انتخاب المجموعة . (انظر مينارد سميت Mynard Smith - ١٩٧٦ لمزيد من المناقشة) .

يناقش دارسي العشائر مدى واقعية وجود الانتخاب بين الدييمات (وليانز William - ١٩٦٦ ، دوكنيز Dawkins - ١٩٧٦) . يرى دوكنيز وغيره أن تحورات

الانتخاب الفردى قادرة على اعطاء التأثيرات التى تعزى لانتخاب العشيرة . أما رايت **Wright** (١٩٦٠) ومجموعة أخرى من الدراسين فيعتقدون فى وجود الانتخاب بين الديمات كعملية تجرى فى الطبيعة . فىرى رايت أن تركيب العشيرة المثلثى هو الذى يحتوى على درجة من الخلط الناجم عن تقسيم العشيرة إلى مجموعة من « الجزر » التى تكون منفصلة . والوضع المثلثى يتم بالتوازن الدقيق بين شدة الانتخاب وكمية الهجرة والحجم الفعال للعشيرة المحلية . وإذا ما أضفنا ما ذكرناه عن انتخاب المسكن (قسم ١٣ - ٣ ، ١٣ - ٤) فإن إمكانية الانتخاب بين الديمات تعد إمكانية بيولوجية . ونحت هذا الانتخاب تنقضى « الجزر » الأقل كفاءة وتوسع الأكثر كفاءة فينتج بذلك تقسيم جديد للعشيرة الكبيرة . رغم ذلك فإن دوكنز (١٩٧٦) يصصر على أن هذه التراكمب العشائرية يمكن اختزالها إلى حقيقة انتخاب الأكثر كفاءة على حساب الأقل كفاءة من الأفراد - أى الانتخاب الفردى كما تعرضنا له سابقا .

هؤلاء الذين يناقشون انتخاب القرابة ينظرون إلى الصفات التى تفيد العشيرة وإن كانت غير مفيدة للأفراد التى نبليها . هذه الصفات تسمى بالصفات الايثارية **altruistic** . والانتخاب بين الديمات لا يمكن استبعاده تماماً ، لأن انتخاب القرابة كثيراً ما يقترب من الانتخابين الديمات . ومن أمثلة الصفات الايثارية المشاركة فى الطعام وإعطاء إشارات التنبيه والجهود الجماعية فى مستعمرات الحشرات الاجتماعية . وفى حالة نحل العسل **Apis mellifica** يبدو بشكل قاطع أن وحدة الانتخاب هى المستعمرة ككل ، وحقيقة أن النحل الاجتماعى يعد حالة متطرفة للتكامل الاجتماعى فى عالم الحيوان . فى هذه الحالة نجد أن وظائف احضار الطعام والدفاع والحفاظة على المستعمرة وتربة الصغار تكون من نصيب الشغالات .

وعموماً فم أن الشغالات تكون محايدة جنسياً ، فهى لا تنتج نسلًا ولا تستطيع أن تنقل جيناتها المحددة لهذه الصفات التكيفية عبر الأجيال - هذا المعمل تقوم به الملكات والذكور . وبالتالي إذا لم تمتلك الملكات والذكور المحددة للشغالات ذات الكفاءة البيولوجية العالية ، فإن الخلية لن تستطيع النمو ، وقد تختفى نتيجة منافسة الخلايا ذات الشغالات الأكثر كفاءة . هذا الاحلال قد لوحظ فى السنوات الأخيرة (ميشنر **Michener** - ١٩٧٥) مما يؤكد أن وحدة الانتخاب هى المستعمرة . والمجال هنا غير كاف للتوسع فى دراسة الايثارية والسلوك التعلوى فى الحشرات الاجتماعية . يمكن فى ذلك الرجوع إلى هاميلتون **Hamilton** (١٩٦٤) ومينارد سميث **Mynard Smith** (١٩٧٨) . ويجب أيضاً أن نبين تزايد الاهتمام بتطبيق أفكار هاميلتون على الحياة

الاجتماعية للحيوانات الأرقى (دوكينز - ١٩٧٦ ، مينارد سميث - ١٩٧٨) . وللأسف فإن الدراسات الوراثية في هذا المجال ليست كافية (بارسونز ١٩٦٧) ؛ وإن كانت تستحق المزيد من الاهتمام .

بما أن النحل الاجتماعي يمثل حالة متطرفة من التكامل الاجتماعي كما ذكرنا من قبل ، فإن تأثيرات الانتخاب بين الدميات تبدو واضحة . وفي الحيوانات الأقل اجتماعية مثل الثدييات والطيور ، فقد نتوقع تأثيرات أقل للانتخاب بين الدميات ، ولكن بعض الخصائص الخاصة به تبدو الصورة التي ذكرناها في قسم ١٣ - ٥ . في الرئيسيات يوجد تباين من نوع لأمر بالنسبة للتركيب الاجتماعي (ولسون E.O. Wilson - ١٩٧٥) ، رغم أن التأثيرات على توارث العشائر لم تدرس بالقدر الكافي . وقد قسم أيسنبرج ومشبرن ودران (Eisenberg, Mulhenhizn & Rudran ١٩٧٢) نماذج لانتظام الاجتماعي في الرئيسيات فيما يلي ، وذلك مع ادماج التحويرات المقترحة بواسطة جرانت (Grant ١٩٧٧) :

١ - الأسرة الأمية التي تتكون من الأم والنسل . مراكز نشاط الإناث والذكور البالغة منفصلة . توجد في قرود مدغشقر *aye-aye* وبعض أنواع الليمور واللوريس .
٢ - العائلة ذات الوالدين . تتكون من الأنثى والذكر وصغارها . توجد في الليمون الصوفى وبعض أنواع القرود الأمريكى الصغير (القشة *marmosets*) وقرود الدنيا الجديدة والجييون .

٣ - الجماعة ذات الذكر الواحد . تتكون الجماعة من عديد من العائلات الأمية وذكر واحد بالغ على اتصال بهم جميعا . وهذا الذكر لا يتحمل وجود الذكور الأخرى البالغة أو التي في طريقها للبلوغ . توجد في بعض قرود الدنيا الجديدة (بما في ذلك قرود هولر) والدنيا القديمة (بما في ذلك بابون هاما درياس وبابون جيلادا) .

٤ - الجماعة متعددة الذكور متلرجى الأعمار . جماعة متأسكة تتكون من عديد من الإناث والعديد من الذكور والصغار . هنالك درجة متوسطة من تحمل الذكور لوجود غيرها ، مما يسمح بوجود ذكور عديدة مختلفة الأعمار معاً ؛ مع تدرج نظام السيادة تبعاً لعمر الذكور توجد في بعض قرود الدنيا الجديدة (بما في ذلك ثمانية قرود هولر) والدنيا القديمة (بما في ذلك قرود المكاك) والغوريلا .

٥ - الجماعة متعددة الذكور في الحالة (٤) مع درجة عالية من تحمل الذكور لغيرها ؛ مما يسمح بوجود عديد من الذكور البالغة معاً . هذه الذكور تكون متصاحبة

السيادة ومتعاونة في المحافظة على نظام مرن من حكم القلة *oligarchy* . توجد في نوع من الليمور ونوع من الليمور الصوفى وفي بعض قرود الدنيا القديمة (بما في ذلك البابون والمكاك) وفي الشمبانزى .

هذه السلسلة السابقة الطرز من المحتمل توافقها مع الاتجاهات التطورية حيث يكون الطراز (١) بدائيا والطران (٤) ، (٥) مشتقان . بالإضافة إلى ذلك ، فبجانب تغيرات التركيب الاجتماعى هنالك الاتجاه نحو المجاميع الأكبر . ومن الاعتبارات الواردة في هذا الفصل نجد أن من غير المستغرب أن طرز الانتظام الاجتماعى تتوافق مع أماكن السكنى . فجماعات الذكر الواحد (٣) توجد أساسا في الأنواع التى تقطن الأشجار وتتغذى منها ، بينما تميل الجماعات متعددة الذكور (٥) إلى المعيشة شبه الأرضية . وتتركز بميزات المجموعات الاجتماعية في القدرة على السيطرة على إقليم معين ورد الأعداد الطبيعية وتبادل الخبرات ، والأكثر من ذلك أهمية الاتصال بين الأفراد . وكما رأينا سابقا ، فهذه التكيفية تنطبق على البشر *homonids* ، حيث ظهرت في أقصى درجاتها في الإنسان الحالى كما يبدو من ازدياد حجم المجموعات الاجتماعية وتعدد الانتظام الاجتماعى وقوة التكنولوجيا وارتقاء اللغة والذكاء وطول فترة ما قبل النضج في نمو الفرد . وتفرد السلوك الاجتماعى للإنسان ، المشتق من الرئيسيات ، قاد إلى نشأة العم الهجين المسمى بعلم الحياة (البيولوجيا) الاجتماعى *sociobiology* (ولسون E.O.Wilson - ١٩٧٥) ؛ الذى تمثل وراثة السلوك في الإنسان أحد المكونات التى تنضوى تحته .

والتركيز على علم الحياة الاجتماعى منذ ظهور كتاب ولسون المذكور في عام ١٩٧٥ قاد إلى استعادة النشاط في دراسة عشائر الثدييات برغم صعوبات الدراسة . كمثال على ذلك يمكن أن نناقش ما قدمه كلوتون - بروك وهارفى *Clifton-Brock & Harve* (١٩٧٨) من أفكار . فقد أخذنا في الاعتبار أربعة أوجه في بيولوجيا الثدييات - كثافة العشيرة ، حجم المجموعة ، نظام التربية ، ثنائية المظهر الجنسى : الأربعة أوجه ذات علاقة وثيقة ببعضها ويبدو منها أن (١) تباين توزيع وكثافة نوعية الغذاء مسئول بشكل كبير عن اختلاف أنواع الثدييات في كثافة وتوزيع عشائرها ، وأن (٢) تباين كثافة العشيرة وتوزيعها يلعبان دورا هاما في اختلاف نظم التزاوج ، وأن هذه بدورها تؤثر في عدد كبير من الصفات المظهرية والوظيفية . ويمكن أن ننهى مناقشتنا لعللها بأن نورد ماذكره نقلا عن أرسطو ، الذى يربط بصورة لا تخطئها الملاحظة بين علم الحياة الاجتماعى وانتخاب المسكن :

اختلافات عادات التغذية هي التي تجعل بعض الحيوانات تعيش في قطعان وبعضها تنتشر ؛ بعضها مفترس وبعضها نباتي التغذية ، والآخرون يأكلون هذا وذلك . وليكون من السهل الحصول على الغذاء ، أمدتهم الطبيعة بطرق متباينة للحياة . ومرة أخرى ، بما أن الحيوانات لا تقبل بلوحة واحدة نفس الطعام ، ولكن لها أذواق مختلفة تماما لطباختها ، فإن طريقة حياة الحيوانات المفترسة تختلف بين نوع إلى آخر ، وهذا هو الحال أيضاً بالنسبة للحيوانات نباتية التغذية .

من الاكتشافات التي توصل إليها علم الحياة الاجتماعي أن كثير من أوجه الانتظام الاجتماعي للحيوان يمكن توقعها على أساس عدد محدود من المتغيرات البيئية . وقد اقترح أمّـن وأورنج (Emlen & Oring ١٩٧٧) أن عوامل بيئية معينة تحدد الدرجة التي يتم بها الدفاع عن احتكار الزوجات ؛ أي أن العوامل البيئية تضع حدوداً على الدرجة التي يعمل بها الانتخاب الجنسي . وقد ميزا نظم التزاوج على أساس الامكانية البيئية والسلوكية لاحتكار الزوجات . فكلما زادت إمكانية احتكار مصادرة الغذاء أو الزوجات ؛ كلما زادت شدة الانتخاب الجنسي وزادت الامكانية البيئية لحلول الزوج المتعدد . وقد أورد أمّـنـج وأورنج أمثلة من الطيور أساساً ، لكن نماذجهما تقبل التطبيق على مدى أوسع بناء على ذلك يمكن افراض أن المتغيرات البيئية تؤثر في أو نقي شدة الانتخاب الجنسي ، وأن تغير نظم التزاوج بين مختلف عشائر النوع الواحد في مختلف البيئات أو درجات الكثافة يمكن توقعها . فمثلاً هنالك أوضاع في نطاق واسع من الأنواع بما في ذلك الحشرات يمكن توقعها على أساسها سلوك اختيار موقع معين للنزل والتزاوج (lek) في حالة العشائر عالية الكثافة ، ويتحول إلى أشكال أبسط من تعدد الزوجات عندما تكون كثافة العشائر أكثر انخفاضاً .

ملخص

وراثـة السلوك تعد مجالاً رئيسياً في دراسة التطور . في الدورسوفلا يعد السلوك التزاوجي للدكور مكوناً رئيسياً للمواءمة في التجارب المعملية ، وتوجد كذلك أمثلة حقلية في كثير من الأنواع .

وفي الطبيعة ، أدى تدخل وراثـة السلوك والوراثة البيئية إلى الموضوع المشترك الخاص بدراسة انتخاب المسكن . يعني ذلك في الدورسوفلا دراسة وضع البيض وبالتالي استخدام المصادر المتاحة تحت الظروف الطبيعية المسموح بها من حرارة وضوء ورطوبة . وحتى الأنواع القريبة غالباً ما تبدى تشعباً بالنسبة لهذه المتغيرات . وفي فأر

الأياثل *Peromyscus* وصفت مظاهر سلوكية معقدة لأماكن السكنى الحقلية والغابات .

ورغم محدودية معلوماتنا عن اختيار المسكن ، فإن معلوماتنا عن ديناميكيات العشائر أكثر محدودية . ومع ذلك ، فمن المهم وراثياً معرفة أن القوارض الصغيرة كالغيران غالباً ما تنقسم في الظروف البرية إلى وحدات تربية صغيرة أو ديمات ، وأنه خلال مراحل الانتشار في فيران الحقل تهاجر بعض التركيب الوراثية بدرجة أكبر من التركيب الأخرى . فهي التركيب العشيرة في الأنواع الاقليمية متعددة المظاهر مازال بدائياً ، وإن كانت البداية قد تمت في طائر الكركر القطبي .

البشر الحاليون هم نقطة النهاية بالنسبة لتاريخ تطوري طويل يتضمن العديد من التغيرات السلوكية المتضمنة ظهور القدرات الفكرية . وتركيب العشائر التي تم تحليلها في مجتمعات الصيد وجمع الثمار كما في حالة أهالي استراليا البدائيين المنظمين في قبائل ، أظهرت تلازماً للشعب الوراثة مع الشعب الاجتماعي الحضارى والحدود البيئية . هذه التركيب قد انمحت في سكان الحضرة ، لكنها هامة لفهم الخلط الوراثة في البشر الحاليين .

وفي السنوات الأخيرة ، جذبت الدراسات التطورية للسلوك انتباهها أكبر مما أدى إلى المجال المهجين الخاص بعلم الحياة الاجتماعي . والوراثة السلوكية للإنسان وحيوانات التجارب تعد مكوناً ذا أهمية خاصة من مكونات هذا العلم الجديد .

GENERAL READINGS

- Barash, D. P. 1977. *Sociobiology and Behavior*. New York: Elsevier. One of the "second generation" accounts of the rapidly developing field of sociobiology.
- Dawkins, R. 1976. *The Selfish Gene*. Oxford: Oxford University Press. A formulation of sociobiology in terms of the genetical theory of natural selection, stressing the importance of individual selection.
- Dobzhansky, T., F. J. Ayala, G. L. Stebbins, and J. W. Valentine. 1977. *Evolution*. San Francisco: Freeman. A modern, comprehensive book on evolution.
- Grant, V. 1977. *Organismic Evolution*. San Francisco: Freeman. An excellent, succinct modern book on evolution putting the study of social structures into an evolutionary framework.
- Krebs, J. R., and N. B. Davies (eds.). 1978. *Behavioural Ecology: An Evolutionary Approach*. Oxford: Blackwell Scientific Publications. Several commendable articles pertain to the theme of this chapter.
- Mayr, E. 1963. *Animal Species and Evolution*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. A classic account of evolution in which the importance of behavior is firmly stressed.
- Parsons, P. A. 1973. *Behavioural and Ecological Genetics: A Study in Drosophila*. Oxford: Oxford University Press. A general account based on *Drosophila* research and concluding with a consideration of evolutionary implications.
- Washburn, S. L., and R. Moore. 1974. *Ape into Man*. Boston: Little, Brown. A good example of a discussion of human evolution.
- Wilson, E. O. 1975. *Sociobiology: The New Synthesis*. Cambridge, Mass.: Belknap Press. Irrespective of approaches to human studies, this is an excellent account of social structures in other animals.

الفصل الرابع عشر

خاتمة

١٤ - ١ من الميكانيكيات إلى التطور

في بداية هذا الكتاب تعاملنا مع مظهر الكائن في معناه الواسع ، الذى يتضمن مجموع المكونات الوظيفية والتشريحية والسلوكية للفرد ، وأكدنا أن ميكانيكية توارث السلوك تتشابه مع ميكانيكيات المكونات المظهرية الأخرى . ولا شك أن أى مظهر سلوكى نلاحظه يعد المحصلة النهائية للعديد من المسارات الوراثية التى تتفاعل فيما بينها من ناحية ، وفيما بينها وبين البيئة من ناحية أخرى . وتزايد دراسة هذا المظهر صعوبة كلما كانت الكائنات المستخدمة أكثر تقدما من الناحية التطورية ؛ وينتهى الأمر بأقصى درجات الصعوبة عند التعرض لنوعنا الخاص الذى لا يمكن لدارس سلوكه التحكم في بيئة بدقة أو تصميم برامج التربية التجريبية اللازمة لدراسة توارثه . ورغم ذلك فإن هنالك إدراك كامل لوراثية السلوك البشرى ؛ وذلك بالاعتماد على الفهم العميق للطرق والوسائل المستخدمة في حيوانات التجارب . وهذا أمر بالغ الأهمية ؛ حيث يمكننا عند التسلح بالمعرفة الكافية للأسس الوراثية للخصائص البشرية أن نقدم النصيح للأفراد فيما يخص ما قد يصيبهم أو يصيب أفراد عائلاتهم من علل أو أمراض متوارثة . وكلما إزدادت معرفتنا للأسس الوراثية (الجينية بالذات) لهذه الأمراض ، كلما إزدادت الدقة والقيمة الحدية لمثل هذه الاستشارات الوراثية .

وباتساع المناقشة لتشمل الصفات الكمية ، وجدنا أنها جميعا محكومة بالتركيب الوراثى والبيئة ؛ مع إمكانية استثناء ظاهرة الجانية . ورغم سهولة توضيح المكون الوراثى في حيوانات التجارب ؛ فإن الوضع أصعب كثيراً في الإنسان لتعدد التفاعلات بين مختلف التراكيب الوراثية والظروف البيئية . وعموما إذا ما افترضنا وجود مكونات وراثية للصفات الكمية المقاسة ، وإن لم يحدد بدقة كاملة ، فإن وراثية السلوك تكون بالغة الأهمية في فهم علم الحياة ؛ خصوصا على المستويين العائلى والتطوري . وعلى

المستوى . التطبيقى ، فإن التغيرات السلوكية والوراثية المتوقعة والمصاحبة لعمليات التدجين لم تذكر بالتفصيل فى الأعمال السابقة ؛ لكنها تصبح واضحة الأهمية إذا ما صارت طرق الإنتاج الزراعى أكثر كثافة على النطاق العالمى .

ورغم أننا نحاول هنا أن نتناول هذا المجال من وجهتى نظر الميكانيكية والتطور ؛ إلا أن هنالك انفضالا عنيقا بينهما فى الوقت الحالى . فإذا ما تعرضنا مثلا للاتجاه الأكثر ضيقا ، الخاص بالتناقض بين المنديلية والوراثة الكمية ، نجد أن كاسبرى Caspari (١٩٧٧) ، قد كتب حديثا يقول :

« هذا يعد من بقايا الحرب بين المدرستين اللتين سادتا البحث فى الوراثة فى العقدين الأولين من القرن العشرين ؛ المنديلية والإحصاء الحيوى . وقد وصف بروفين Province (١٩٧١) هذه الحرب ؛ واستنتج أنها انتهت بنظرية فيشر R.A.Fisher التى تنص على أن قوانين الوراثة الإحصائية الحيوية يمكن فهمها على أساس فعل عدد كبير من الجينات المنديلية ذات التأثيرات المضيفة الصغيرة . ورغم صحة أساس هذه النظرية ، فمن الناحية العملية ظل هذان المجالان من مجالات الوراثة منفصلين ؛ سواء فى طرق الدراسة أو فى الأسئلة المثارة فى كل منهما . وقد صار هذا الانقسام أكثر حدة بسبب اندماج الوراثة المنديلية مع علم الحياة الجزيئى » .

وربما يتضح ذلك فى مجال الوراثة السلوكية أكثر من أى مجال آخر ، حيث أدى اندماج المنديلية وعلم الحياة الجزيئى إلى ظهور مجال الوراثة العصبية neurogenetics الذى ينمو بسرعة فائقة . ومجال الوراثة العصبية يمكن أن يعد امتدادا للوراثة التكوينية التى ترجع نشأتها لسنين عديدة . ويعد الأساس الوراثى للمظهر السلوكى ؛ على المستويين المننل والكمى ؛ فى مركز الاهتمام . ولا شك أن المظهر السلوكى لكل من العشائر المعملية والطبيعية هو المادة الأساسية التى تعمل عليها .

تعرضنا فى الفصل الأول لثلاثة مشاكل خاصة بدراسة وراثة السلوك : (١) صعوبة التحكم فى البيئة ؛ (٢) صعوبة القياس الموضوعى ؛ (٣) دراسة التعلم والاستدلال . هذه الأمور قد نوقشت مرات عديدة فى متن الكتاب . بهذه الصورة تعد الوراثة الكمية أساسية لدراسة وراثة السلوك ؛ حيث تسمح بتحليل تأثيرات كل من البيئة والوراثة ؛ خصوصا فى الحيوانات . ورغم صعوبة ذلك فى الإنسان ، فالأمل فى التقدم غير معدوم . وفى السنوات الأخيرة حدثت تقليدية استرجاعية متزايدة من دراسات وراثة السلوك إلى الدراسات التطورية . وستتناول هناك بعض هذه الدراسات الأخيرة .

١٤ - ٢ - وراثة العشائر : هل يحدث التزاوج الاعتيادي ؟

عادة يفترض حدوث التزاوج الاعتيادي في العشائر الطبيعية - ولاشك أن الأسس النظرية لوراثة العشائر قد بنيت على هذا الافتراض . ويجب أن نقرر أن ذلك قد تم ليسمح بعمل نماذج رياضية بسيطة . وفي الواقع ، نجد أن التزاوج الاعتيادي نادر الحدوث . وينطبق ذلك سواء على العشائر المعملية أو غير المعملية . فمن المؤكد بالنسبة للنوع الإنساني أن التزاوج المتناسق هو القاعدة ؛ وذلك لأسباب عديدة تتعلق بالجاذبية النسبية المبينة على مختلف الطرز الجسمية أو مستويات الذكاء أو على بعض الأسس الحضارية كالدين مثلا . وإذا كان الدليل على حدوث التزاوج المتناسق في الإنسان قد ثبت فعلا ، فإن اقتراح الطرز الموجودة بعد أمرا مختلفا . وفي دروسفلا ميلانوجاستر ، باعتبارها أكثر الأنواع المعملية دراسة ، يعد استنباط الأوضاع الحقلية من الدراسات المعملية أمرا أساسيا ، لكننا نجد على الأقل أن الدليل على سرعة تزاوج الذكور كأحد مكونات الكفاءة ، تبو سائدة في الدراسات المعملية . ومن الصعب تهادي الاستنتاج الخاص بندرة التزاوج الاعتيادي في العشائر الطبيعية للدروسفولا ، خصوصا إذا ما أضفنا ظاهرة الأفضلية التزاوجية للذكور النادرة . ومن غير الواضح أيضا مدى الانحراف عن التزاوج الاعتيادي في أنواع الدروسفولا التي تبدي ميلا لاختيار الموقع ، وهو الأمر الذي وجد أيضا في الكائنات الأرق التي تبدي مثل هذا السلوك . ما هي العواقب الوراثية لهذا الاختلاف ؟ لا شك أن معلوماتنا عن العواقب الوراثية لاختيار الموقع محدودة ؛ وإن كانت دراستها في القوراض والطيور تؤكد وجودها بشكل كاف وتضمنها للتزاوج الغير اعتيادي .

هذه الاعتبارات تقودنا إلى الانتخاب الجنسي والعزل الجنسي - وهما ظاهرتان قد تعرضنا لمناقشتها في أكثر من موضع . والأفكار الخاصة بالانتخاب الجنسي تقودنا بالتالي إلى دور الذات الجنسية الثانوية في إخفاء بعض المزايا الاجتماعية على حاملها . وهناك نوعان من المزايا يمكن تصورهما . إما أن يمتلك بعض الأفراد قدرة تنافسية فائقة بالنسبة لأقربائهم من نفس الجنس . (كالقرو في الأيائل مثلا) أو أن يمتلكوا جاذبية جسدية زائدة تساعدهم عند التنافس على الجنس الآخر . يكون الانتخاب في الحالة الأولى بين أفراد الجنس الواحد (انتخاب داخل الجنس intrasexual selection) ، أما في الحالة الثانية فيقوم الجنس الآخر بالدور الانتخابي (انتخاب بين الجنسين intersexual selection) . ويتضمن الانتخاب داخل الجنس الانتخاب بالمنزلة الاجتماعية ، خصوصا إذا ما أمدت الأفراد السائدة الأجيال المقبلة ببنينات معينة ؛ مثل جينات الحميم والاستعدادات

العنوانية ؛ بلرحة أكبر من الأفراد الغير سائدة اجتماعيا . وقد ذكر الانتخاب بالجنس في هذا الكتاب فيما يتعلق بالدروسوفلا أساساً ، كما تعرضنا له بالنسبة للفيران والأسماك والدجاج والطيور الأخرى . وفي دراسة فار Farr (١٩٧٦) عن الجيني (من أسماك الزينة) توقع أن « الفحص المحكم سيظهر أن التنافس بين السلالات ، وما ينتج عنه من ثنائية أو تعدد مظاهر المظاهر ، يعد من الأوضاع الموجودة في الكثير من الأنواع » ، وأنها إذا ما بدأنا في التعرف على الأمثلة المتنوعة ، فيمكننا أن نتعرف على المتطلبات التطورية والبيئة المبدئية اللازمة للمحافظة على تعدد المظاهر عن طريق الانتخاب الجنسي . ورغم صعوبات التفرقة بين الانتخاب داخل الجنس والانتخاب بين الجنسين فإن التفضيل الأنثوي يحدث عند التزاوج . وعلى سبيل المثال ، عندما يتقابل ذهاب الدروسوفلا على كسل الغذاء ، فإن الأنثى عندها الفرصة أن تختار من بين الذكور المتنافسة وبما أنها في خلال ذلك تطرد بعض الذكور ، فإن الانتخاب بين الجنسين يمكن استنتاج حلوله ؛ والواقع أن سبيث Spith (١٩٧٤ - أ) استنتج أن إناث الدروسوفلا هي المسئولة عن الانتخاب الجنسي تحت الظروف الطبيعية . دعم هذا الرأي بدراسة كروسلي Crossley (١٩٧٥) التجريبية على الانتخاب للعزل السلوكي في الدروسوفلا ميلانوجاستر (قسم ٥ - ٣) . والتوفيق بين هذه الملاحظة وبين النتائج التجريبية الخاصة بسرعة تزاوج الذكور كأحد مكونات الكفاءة يعد أمراً مطلوباً .

لاحظنا فيما سبق أن مستويات العزل الجنسي في الدروسوفلا تتحدد تبعاً للتوافق بين التركيب الوراثي والبيئة . بالإضافة إلى ذلك ، رأينا في قسم ١٣ - ٢ أنه إذا تزاوجت أنثى من نوع دروسوفلا برسيميلىس *D.persimilis* مع ذكر من نفس نوعها ، فإنها لن تقبل بعد ذلك أى ذكور من النوع الشقيق سيلو ابسكيورا . وبالمثل يحدث ذلك لإناث النوع الأخير ، حيث تميل إلى التزاوج مع طراز الذكور الذى قبلته أولاً (قسم ٨ - ٤) . مثل هذه النتائج تشير إلى وجود مكون تعلمي في تزاوج الدروسوفلا ؛ وهى ظاهرة ذات أهمية محتملة في العشائر الطبيعية ؛ وأهمية غير معروفة بالنسبة لتركيب العشائر .

وبالإشارة إلى الفقاريات أساساً ، وبالذات الطيور ، يبدو أنه عند اختيار القرين في الأنواع متعددة المظهر فإن الأفراد قد تختار (انظر براون Brown - ١٩٧٥) :

- قرين يشبهها في الشكل الظاهري - تزاوج متناسق موجب .
- قرين يختلف عنها في الشكل الظاهري - تزاوج متناسق سالب .

- قرين يشابه أحد أبويها - عملية التأثير *imprinting* بالأُم أو الأب .
- قرين بصورة عشوائية (غير محتمل) .

في الفصل العاشر ؛ تعرضنا للتأثر في الأسماك والدواجن والأوز كما ذكرت في مواضع أخرى بالنسبة لعدد من الأنواع بما في ذلك الإنسان (قسم ٧ - ٥) . ولقد اقترح فعلا أن حالات الزواج المتناسق في العشائر الطبيعية قد تعود غالبا إلى التأثير .

وللتأثير أهمية خاصة في مناقشتنا الحالية لتضمنه عملية التعلم ، حيث يتأثر الانتخاب الجنسي (والعزل) بالخبرات السابقة . ويقدم الفأر المنزلي نموذجا آخرًا لتأثير الخبرة السابقة على التفضيل الزوجي . فالإناث البالغة المرباة معمليا مع كلا الأبوين تفضل الذكور من نفس نوعها (*Mus musculus domesticus*) عن ذكور النوع بعيد القرابة *M. mbetrians* ، بينما لا تبدى الإناث المرباة مع أمهاتها فقط هذا التمييز (ميناردى Mainardi - ١٩٦٣) . وقد اقترح ميناردى أن إناث الفيران الصغيرة تأثرت بآبائها الذكور ، وظهر هذا التأثير مؤخرا عند قيامها بالتفضيل الجنسي . ولقد ظهر تلازم موجب غير صادق مع الصفات الأبوية عندما ربيت إناث *M.m domesticus* الصغيرة مع آباء معاملة صناعيا بأحد العطور (استخدم عطر أحد أنواع البنفسج المسمى فيوليت بارما) ، ثم سمح لها بالاختيار بين ذكور معطرة وعادية في أقفاص خاصة يمكن باستخدامها قياس الجاذبية الاجتماعية أكثر من الزواج الفعلي (ميناردى ومارسان وباسكالي Mainardi, Marsan & Pasquali ١٩٦٥) . وفي دراسة أحدث من ذلك أوضح دوتى Doty (١٩٧٤) الدليل على أهمية حاسة الشم في السلوك الزوجي للقوارض ، وبالناتج في التفضيل الأنثوي ، كما وجد يامازاكي وآخرون Yamazaki et al (١٩٧٦) أن التفضيل الزوجي يتأثر بالفروق الوراثية في معقد توافق الأنسجة الرئيسي (H-2) . هذه النتائج تعزز اقتراح إرمان وزملائها (قسم ٨ - ٤) بأن الزواج في الدروسوفلا قد يعتمد على « باقة » معينة من العوامل - هذه الباقة تتحدد وراثيا ويغيرها . بالنسبة للإنسان ؛ قد يكون مثل هذا التفضيل صفة متوارثة حضاريا . أو إذا ما كررنا السؤال الوارد في قسم ٧ - ٥ : إلى أى مدى يعزى الزواج الاجتماعي (الغير عشوائي) في الإنسان إلى عملية التأثير المنبئية على صفات أقرابه ؟ في الدراسات الخاصة بالفيران بدأت أسئلة من هذا الطراز في الظهور في الآونة الأخيرة فقط (جلدسر وسلاتر Gilder & Slater ١٩٧٨) .

وتبعا لمصطلحات ماير Mayr (١٩٧٤) الواردة في الفصل الأول ، فإن العزل

الجنسى في الدروسوفلا يعد إلى حد كبير من البرامج الوراثية المغلقة ، مع وجود مكونات الحيرة السابق مناقشتها (بارسونز *Parsonsh* - ١٩٧٧ d) . أما البرامج المفتوحة فإنها تفضل في الحيوانات المتميزة بطول فترة الرعاية الأبوية ؛ ويعد التأثير أحد الأمثلة الواضحة للبرامج المفتوح . وبشكل عام فإن البرامج المفتوحة يتوقع أن تكون واضحة في الفئاريات الراقية كالنديدات والطيور ، ويبدو ذلك مهما بدرجة خاصة في سلوك الإنسان ، بما في ذلك طرز تزواجه .

كما سبق نستنتج أن دراسة طرز التزاوج تشير إلى عدم وجود التزاوج الاعتباري داخل الأنواع أو داخل عشائر هذه الأنواع . أغلب الدلائل تكون على المستوي الظاهري الواضح أو متلازمة مع حالة مرئية لتعدد المظاهر . ومن الواضح أن التأثيرات الوراثية هنا تعتمد على الصفات والنظم الوراثية المتضمنة ، بجانب الصفات المتلازمة ، وكذلك علاقات الارتباط الموجودة في بعض الأمثلة . وتحدث بعض التأثيرات السلوكية الأكثر غموضا عندما يتأثر التفضيل الجنسي بالحيرة السابقة ؛ وإذا ما تضمن هذا التأثير أسبابا كيميائية فإن طرز التزاوج قد تبتدى معدلا مرتفعا من التحور .

١٤ - ٣ السلوك والتنوع

تعد دراسة السلوك هامة بشكل كبير لفهم عملية التنوع *speciation* . تؤدي الفروق بين الأنواع دورا فعالا في تأكيد العزل التكاثري في الطبيعة . ولقد ذكر ماير *Mayr* (١٩٦٣) أن « التحول إلى موقع ملائم أو منطقة تكيف جديدة يبدأ غالبا وبدون استثناء بتغير في السلوك » . أظهرت دراسة الدروسوفلا وفأر الأيائل *Peromyscus* تباينات سلوكية في المجموع التقسيمية المختلفة يمكن ربطها بالموقع الذي تسكنه ، وبوجود بعض التغيرات الظاهرية والوظيفية المتلازمة . ومن الأمثلة الحادة على التلازم بين التغيرات السلوكية والمظهرية ما نجده في تطور النوع الإنسان *Homo sapiens* فمن الواضح أننا يمكن أن نستعرض التاريخ التطوري لمجموعة ما من الحيوانات مثل البط والطيور بالاعتماد على الصفات السلوكية ؛ ونصل عن طريق ذلك إلى وضع مشابه لما يمكن الوصول إليه إذا ما أجرينا نفس الدراسة محتملين بشكل محدد على الصفات المظهرية . هذا التوازي ، يشير إلى أن مجموعتي الخصائص المذكورين ماهما إلا محصلة التعبير عن نفس التركيب الوراثي في الحالتين (ماير *Mayr* - ١٩٧٤) . وربما تكون دراسة سبيث *Spieth* (١٩٥٢) على الدروسوفلا هي أحسن دراسة حشرية في هذا المجال ؛ حيث تضمنت ١٠١ نوع وثقت نرج تمثل ٢١ مجموعة نوعية ، وقد لوحظ فيما بشكل عام توازي

تطور السلوك التزاوجي مع التطور المظهري في المجموعة . وقد استنتج سيث أن تشتت السلوك التزاوجي بين الأنواع حدث أولاً على المستويين الوظيفي والسلوكي ؛ ثم اتضحت الفترات المظهرية المرئية بعد ذلك بكثير . وقد قدر براون Brown (١٩٦٥) الاختلافات بين ١١ نوعاً من مجموعة دروسوفلا اوبسكيورا ، مستخدماً مقياساً أسماه متوسط اختلافات الصفة للدراسة ٢٠ صفة سلوكية و ٢٤ صفة مروفولوجية ؛ وقد توصل إلى وجود درجة عالية من التلازم بين التشتت السلوكي والمظهري في تطور هذه الأنواع . بأخذ هذه النتائج في الاعتبار ؛ وبجانب ذلك النتائج الخاصة بالتوابع الشقيقتين دروسوفلا ميلانوجاستر ودروسوفلا سيمولانز ؛ فمن الواضح أن الاختلافات السلوكية والمظهرية بين طفرات النوع الواحد تكون طفيفة ؛ أما الاختلافات بين الأنواع الشقيقة فتكون أكبر ، إن كانت الاختلافات بين الأنواع غير الشقيقة تفوقها (بار سونز Parsons - ١٩٧٤ d) . نفس الأمر ينطبق على مستوى تحت الجنس ؛ الذي يبدى تباينات كبرى في السلوك والمظهر . وقد كرر سيث Spieth (١٩٧٤ - b) وجهة النظر السابقة بعد دراسته لعائلة الدروسوفلا في هاواي .

وتعد الجاميع التقسيمية النادرة ، المعتمدة على حدود الأنواع ، ذات أهمية خاصة لدراسة دور السلوك في عملية التنوع . ولقد رأينا في قسمي ٥ - ٣ و ٨ - ٤ أن دروسوفلا بوليستورم تتكون من ٦ أشباه أنواع بينها درجات كثيرة من العزل الجنسي رغم شدة التشابه المظهري . ويأتى الدليل الواضح على الانتخاب الطبيعي من الدرجات الأعلى من العزل عند مقارنة الأوضاع المتصاحبة والمتفرقة (إرمان Ehrman - ١٩٦٥) ؛ وهذه النتيجة قد عمت لتشمل الضفادع في قسم ١٠ - ١٠ . ومن الملاحظات المباشرة نعرف أن الذبابة التابعة لأحد أشباه الأنواع إذا ما تزوجت من داخل شبه النوع فإنها تفضل بدرجة أكبر أن تتزوج بعد ذلك من نفس شبه نوعها - وهذا الوضع يشجع العزل ، وقد يؤدي في آخر الأمر إلى تثبيتته في التركيب الوراثي (بروزان وآخرون Pruzan et al - ١٩٧٩) . يمثل هذه الطرق ترداد مستويات العزل الجنسي بواسطة الانتخاب الطبيعي . ولذلك فإننا نرى أن العزل يبدأ في الزيادة عن طريق عملية تعليمية مبرمجة تسبق غالباً التغيرات المظهرية . وتبعاً لذلك ؛ فمن المؤكد أن المعقدات النوعية ، التي لا تكون فيها ميكانيكيات العزل السلوكي واضحة ، تحدث في الطبيعة وإن كان اكتشافها لم يتم باستخدام طرق الدراسة المتاحة . ويمكن أن نستخلص أن أهمية الجاميع التقسيمية من طراز دروسوفلا بوليستورم في فهم ميكانيكيات التنوع ، أنها لا تمكننا فقط من رصد السلوك التزاوجي ، وإنما نستطيع أيضاً دراسة الأسس

الوراثية لمستويات العزل الجنسي . والفجوة الموجودة في تنوع الدروسوفلا تتمثل في تطبيق الدراسات على الأوضاع الطبيعية . ورغم ما ينتج عن ذلك من مشاكل ؛ يجب ألا ننسى أن الدراسة الحقيقية لعلم البيئة في الدروسوفلا تعد حديثة ؛ لذا فإننا نأمل أن يكون حل هذه المشاكل غير مستحيل . ومادام السلوك التزاوجي مأخوذاً في الاعتبار ؛ فإن الأنواع التي تختار مواضع الغزل والتزاوج والمشار إليها في جدول ١٣ - ٢ ، وهي التي تستخدم الجانب السفلي من الفطريات الدعامية موضعها للمغازلة ؛ وبالتالي يمكن تصويرها في الطبيعة ؛ قد تصلح كنقطة بداية لحل هذه المشاكل ؛ وخصوصاً وأن نوع *D. polypori*, *D. mycetophaya* كثيراً ما يتواجد تحت نفس الفطر .

ولقد ذكرت التعليقات الخاصة بندرة الدراسات الجارية على الفيران البرية - أي الدراسات من طراز أعمال مينداری على المعقدات النوعية مثل *Peromyscus*, *Mus* وتضمنين مكونات حاسة الشم في هذه الدراسات قد يعد من المجالات المهددة للبحث كما ذكر بارسونز *Parsons* (١٩٧٦ - a) في كتاباته عن « التحليل الوراثي للسلوكي » .

وعلى ذلك يمكن استنتاج أنه تحت الظروف الملائمة تصير الاختلافات السلوكية في الغزل داخل الأنواع أهم الصفات التي تؤدي إلى تمايز الأنواع شديدة القرابة - بعد ذلك ، وربما بعد فترة طويلة من الزمن ، قد تصير الاختلافات المظهرية واضحة . وما تحتاج إليه هو أن تعرف كيف تظهر مثل هذه الاختلافات خلال عملية التطور ، وكيف يخدم السلوك في عمليات تكيف الحيوان مع بيئته . وبشكل عام ، فإن هذا السؤال قد طرح نادراً ، رغم أن دراسة مواضع السكنى المختارة فعلاً (بارسونز *Parsons* - ١٩٧٨ - b) تبلى طريقة معقولة لتناوله . وقد استخلص بارسونز من دراسة جنس الدروسوفلا أن « هنالك تلازماً بين التشتت الخاص بمصدر الغذاء المستخدم والسكن المختار والتشتت التقسيمي » وعلى عكس ذلك فإن « الأنواع شديدة القرابة تختار أماكن مختلفة للسكنى ؛ محكومة في هذا الاختيار بالمصادر المستخدمة أو ببعض الاختلافات السلوكية الأخرى » . في قسم ١٣ - ٢ رجحنا أن اختيار الغذاء والسكن قد يكونا هامين لتكوين السلالات داخل الأنواع ، ولعملية التنوع بالتحديد . ومن الملاحظات الهامة في هذا الشأن ما وجهه مانتج *Manning* (١٩٦٧ - b) في الدروسوفلا المرباه على بيئة محتوية على الجرائول (الذي يعطي رائحة التعانق الفلفلي) ، حيث تبدى الأفراد البالغة كراهية أقل للرائحة ، مما يعتبره مانتج شكلاً من أشكال الترويض . وبما أن بعض أنواع الدروسوفلا تستخدم الفطريات للتغذية في الطبيعة ، ضمن الملاحظات التي لا تقل أهمية عما سبق ما وجدته كوشنج *Cushing* (١٩٤١)

من أن إناث *D. guttifera* البالغة المرباة على بيعة عيش الغراب تميل إلى وضع البيعة عليها . ومن المنطقي تصور نشأة نوع من الاستيعاب الوراثي لمثل هذا السلوكي عبر عدد من الأجيال ، كما اقترح موراي وكونوللي *Moray & Connolly* (١٩٦٣) . ويلاحظ أيضاً أن الترويض للمكونات الكيميائية يحدث أيضاً في اليماتودا *Caenorhabditis elegans* (قسم ١٠ - ٣) ، والتي يمكن ربطها ببعض الأوضاع البيئية في الطبيعة . ويبدو ذلك منطقياً إذا ما عرفنا أن *C. elegans* تتغذى على بكتيريا التربة . ويبدو أن اختيار المسكن بناء على الاستجابة لمكوناته الطبيعية الكيميائية ، ودون وجود دليل (حتى الآن) على وجود أى شكل من أشكال الترويض أو التعلم ، يعد القاعدة في الكائنات الدنيقة ذات الأجهزة العصبية البسيطة مثل البراميسيوم *Paramecium* (جولد - Gould - ١٩٧٤) .

وبتعميم الوضع على الظروف البرية ، فإن المسكن المشغول حديثاً يتميز ببعض الفروق في المصادر الغذائية التي يمكن استيعابها وراثياً ، وبالتالي تكون التغيرات التطورية محتملة كاستجابة لتغير المسكن . والدراسات التي تجرى للتمييز بين التعلم والترويض لها أهمية خاصة في هذا المجال . وأخيراً . بالرجوع إلى مصطلحات ماير الخاصة بالبرامج المفتوحة والمغلقة ، نجد أن للبرنامج المفتوح أفضلية في التكيف لتغيرات المسكن ، وذلك بالمقارنة بأفضلية النظام المغلق بما يلازمه من قالب سلوكي خاص بالتزاوج والاتصال بين الأفراد .

وهناك مناقشات أوسع للسلوك الخاص بتنوع الدروسوفلا مقال بارسونز (١٩٨٠) ، الذي يرجع فيه أن اجتماع تبائن مصادر الغذاء المستخدم المتبوع بانتخاب المسكن والتزاوج المتناسق داخل هذه المساكن (ماينارد سميث *Maynard Smith* - ١٩٦٦) يمكن نظرياً أن يؤدي إلى التنوع دون الاحتياج إلى العزل الجغرافي . ويمكن لمعدل هذه العملية أن يتزايد بالتعلم المتبوع بالاستيعاب الوراثي خلال التكيف للمصادر الجديدة . والأمر يحتاج هنا إلى مدخل متكامل يتضمن الجوانب البيئية والسلوكية والوائية في العشائر الطبيعية ، حتى يتسنى فهم التنوع في هذه الظروف . وهذا ما أكدته بوش *Bush* (١٩٦٩ ، ١٩٧٥) أيضاً في دراساته على ذباب الفاكهة *Tephritidae* حيث ظهرت أنواع *Rhagoletis* في أمريكا الشمالية في فترة زمنية قصيرة نسبياً لتتطفل على الفاكهة الأوربية كالكريز والتفاح . هذه الاعتبارات ترجح أن الاستغلال البيئي قد سبق العزل التكاثري ، الذي نشأ بدوره كنتيجة لاختلاف المساكن المفضلة . وعلى ذلك فمن الأساسي فحص العلاقة بين النتائج المعملية والملاحظات الخاصة بالعشائر الطبيعية ، حتى يمكن فهم الأسس الوراثية لتكون الأنواع (التنوع) .

١٤ - ٤ الصفات الكمية : التراكيب الوراثية ، الظروف البيئية ، أشكال

التداخل والتلازم بينهما

المظهر السلوكي يمثل محصلة التفاعل بين الوراثة والبيئة . فالتركيب الوراثية المختلفة تتباين في استجاباتها لبيئة معينة ، وبالعكس نجد أن التركيب الوراثي الواحد يختلف أشكال استجابته في البيئات المختلفة ، كما يتضح من نتائج مالك كينزى على سرعة التزاوج في قسم ٦ - ٢ . لا يعد ذلك مشكلة كبيرة بالنسبة لدارسى وراثة السلوك في عشائر الدروسوفلا في المعمل ، حيث أن تداخلات التركيب الوراثي والبيئة (GE) وكذلك التأثيرات الرئيسية لكل من التركيب الوراثي والبيئة ، يمكن تقديرها جميعا باستخدام التصميمات الاحصائية المناسبة . ويمكن أيضاً في التجارب المصممة خصيصاً أن تحصل على تقديرات المكافئ الوراثي للصفات المدروسة .

بالانتقال إلى القوارض يزداد الأمر تعقيداً . يمكن أن نشير هنا إلى تحليل هندرسون **Henderson** (١٩٧٠) لتعلم المقرر على أساس واجب البحث عن الطعام في الفيران (قسم ٩ - ٣) ، حيث وجد أنه عندما تصير البيئة مفضلة فإن درجة التعبير الوراثي للصفة تزيد أيضاً . بمعنى أنه في البيئات الغنية تميل التأثيرات الوراثية لأن تعبر عن نفسها تماماً بدرجة أكبر مما يحدث في الأوضاع التي تقترب من الجذب البيئي . وبينما يكون التحسن متبايناً بين مختلف التراكيب الوراثية ، فإن كل المجموعات تبدى أداء أفضل عند تحسن الظروف البيئية . يعد هذا نموذجاً لمفهوم مدى التفاعل **reaction range** الخاص بتداخل GE الذي وصفه جوتسمان **Gottesman** بالنسبة للسلوك الإنساني . هذا المفهوم يقترح أن التحول إلى البيئة الأكثر تفضيلاً يزيد من الفروق الفردية عن طريق زيادة التباين الوراثي . ورغم ذلك ، فمن المهم أنه نلاحظ أن مما يشبه المتسحيل أن نعمم تعبير « التحسن البيئي » بالنسبة لمختلف مجموعات التراكيب الوراثية .

وبما أن تعبير التركيب الوراثي يمكن أن يكون متلازماً مع البيئة ، فإن أحد الافتراضات الأساسية لكثير من نماذج الوراثة الكمية ، وهو الافتراض الخاص بعدم وجود تلازمات GE ، ينهار تماماً . وإذا ما كان هنالك تداخل بين التركيب الوراثي والبيئة (GE) ، فإن التباين المظهري الكلي يزداد ، ولكن من ناحية أخرى إذا ما كان عطاء كل من الوراثة والبيئة متلازمين ؛ فإن التباين قد يزيد أو يقل . مثل هذا التباين المتصاحب قد تظهره التراكيب الوراثية المختلفة الموزعة في مجموعة من الظروف البيئية ، ومن الأمثلة الواضحة التوزيع البيئي (الايكولوجي) للأنواع وتحت الأنواع

والسلالات ؛ بل وحتى التراكيب الوراثية ، الذى يتم على أساس وجود كل منها فى أفضل أماكن السكنى المتكيف لها . من هذا المنظور فإن ظاهرة انتخاب المسكن يمكن أن تعتبر أحد أشكال تلازم GE ؛ والمناقشات الواردة فى الفصل السابق يجب تقييمها فى ضوء ذلك . وبالتالى يمكن اعتبار تلازم GE ناتجا من الانتخاب المبني على تداخلات GE سابقة . ومن الناحية ، أن نتوقع أن وجود أى من هاتين العلاقتين (تلازم أو تداخل GE) يمنع وجود الأخرى . الأكثر احتمالا أن كلا الطرازين من العلاقات بين العوامل الوراثية والبيئة تأثيرهما متواصل .

إحدى عواقب تلازم GE تتمثل فى التأثير على المكافء الوراثى الذى تختلف تقديراته تبعا لنوع التلازم ، حيث قد يكون موجبا أو سالبا أو منعذما . وبمعنى آخر ، فتبعاً لما يذكره موران Moran (١٩٧٣) : « بالنسبة لخصائص مثل الذكاء الإنسانى ؛ حيث تتلازم مكوناته الوراثية والبيئية ، فإن المكافء ، الوراثى لا يمكن تعريفه » . والواقع أن معظم تقديرات المكافء الوراثى للذكاء تتضمن عادة قيمة التباين المتصاحب ضمن الجزء من التباين الذى يعزى للتوارث . والواقع أنه كما لاحظنا فى فصل ٧ ، ١٢ فإن قيم التلازم التى تتراوح بين ٠,٢١ ، ٠,٣٠ ، كثيرا ما تلاحظ بين الذكاء والوضع الاجتماعى - الاقتصادى ، وذلك من عمر ٦ سنوات أو أقل . والآن نقرب من مجال التوارث الحضارى ، والمشكلة القائمة هنا هى التمييز بين طرازي التوارث عندما نواجه مجموعة معينة من البيانات (قسم ١٢ - ٩) .

ولا شك أن فهم العلاقات القائمة بين الجين والبيئة يعد أحد الملامح الجديرة بالاهتمام الكبير فى وراثـة السلوك . وكنـتـيجة لأعمال دارسى وراثـة السلوك وتلاميذهم ذوى العقلية الاحصائية ؛ بدأ هذا الاهتمام ، بما يشبه التغذية الاسترجاعية ، فى استحداث طرق للدراسة قد تحور من مدخل دراستنا للوراثة الكمية . فالوراثة الكمية كثيرا ما تعتمد ، عند تقييم درجة التحكم الوراثى فى الصفات ؛ إلى تقليل التباين الذى يرجع إلى البيئة ، وذلك يجعلها مثالية . وراثـة السلوك يجب أن تنظر إلى كل من التركيب الوراثى والبيئة باعتبارهما متساويا الأهمية . وذلك لأن التراكيب الوراثية قد تختلف استجابتها للبيئة الواحدة ، والتركيب الوراثى الواحد قد يكون له استجابات عديدة فى البيئات المختلفة . ومن المهم أن ندرس السلوك فى الوضعين السابقين ، وربما فى نفس الوقت إذا ما لم يؤد ذلك إلى صعوبات تنفيذية كبيرة .

ولقد اتضح فى مواضع عديدة من هذا الكتاب أن الأشكال الظاهرية المحكومة

بانتخاب موجه للتعبير المتطرف لأحدى الصفات في الهجن سوف تتعرض للانتخاب الطبيعي لصالح هذا التطرف . أى أن التركيب الوراثي سيتطور للمحافظة على تفوق هذا المظهر المتطرف كمظهر مثالي . في هذا الشأن ، ناقشنا سرعة التزاوج بالتفصيل ، كما أن التعلم في القوارض ومعامل الذكاء (IQ) في الإنسان يمثلان ذلك على مستوى أقل بعض الشيء . وفي بعض الأحيان ، كما أشار هندرسون *Henderson* (١٩٧٨) ، من الممكن بمعرفة الكائن وبيئته أن نتوقع البنية الوراثية لسلوكياته . رجعنا في هذا الشأن للدراسة كوين وهاريس وبنز *Quinn, Harris & Benzer* (١٩٧٤) التي اتضح منها أن الدروسوفلا يمكن أن تكتسب استجابة معقدة بالنسبة لتفادى الروائح التي تميزها وتبدى نفوراً منها عند صدمات التعرض لها في التجارب المصممة لهذا الغرض (انظر أيضاً قسم ١٠ - ٥ بالنسبة للتنتاج المشابهة في ذبابة اللحم) . وقد أوضح فولكر *Folker* أن القابلية لتعلم مثل هذا العمل التمييزي المعقد قد تكون لها قيمة تكيفية منخفضة بالنسبة لأنواع سريعة التزاوج ذات الأعمار القصيرة مثل الدروسوفلا . ومع ذلك فإن عدد 9×9 من الهجن المتكاملة بين سلالات برية أوضح السيادة المؤكدة للمستوى العالي للأداء بالنسبة لهذه الصفة السلوكية ، مما يوضح أن تعلم التفادى يمثل أحد المكونات الهامة في الكفاءة التكاثرية للدروسوفلا. لماذا يجب ذلك ؟ وهل يرتبط ذلك بتفادى بعض المواد الضارة المحتملة ؟ وعندما نأخذ في الاعتبار ما أوضحه هاى *Hay* (١٩٧٥) بخصوص تعلم الحشرات الدوران ليسار أو اليمين في المتاهة وذلك بعد إجبارها على الدوران يساراً أو يمينا ، وما أوضحه بعد ذلك (هاى - ١٩٧٩) بخصوص ما أبدته هذه الصفة من سيادة موجهة ، ندرك الصعوبة الحقيقية في محاولة استنتاج الأوضاع في الطبيعة بناء على معطيات التجارب المعملية . مع ذلك فقد وجد هاى نفسه (١٩٧٢) سيادة موجهة بالنسبة للفعالية العالية في مواجهة العوامل المسببة للقلق أو الازعاج مثل مستثيرات الميكانيكية . وقد تلازم ذلك مع نسبة عالية من الوفيات بين الأفراد الأقل فعالية ، مما يشير بشدة إلى أن الفعالية العالية تعد صفة تلاؤمية . ومن المسلم به ، أنه بعد التعرض للازعاج بواسطة الأعداء المفترسة في الطبيعة ، فإنه من الخصائص التكيفية أن تكون الكائنات قادرة على التحرك السريع لتفادها .

أما تنبؤات هندرسون الخاصة بالبنية الوراثية للفران فهي تعتمد على تقديرات القدرة التكيفية المحتملة للصفة . فالوضع الاختباري الغير طبيعى ذو العلاقة السطحية بالمواءمة كان من المتوقع أن يتميز ببنية وراثية مضيفة إلى حد كبير ، وهذا ما وجد فعلاً ، بينما وجدت السيادة الموجهة بالنسبة للصفات ذات التلازم الواضح مع المواءمة (قسم ٩ -

٣) . وبمعنى آخر ، فتبعا للوضع الاختبارى والبيئة عموما ، تبلى البنية الوراثية تبائنا ملحوظا . وبالنسبة للصفات المظهرية ، فغالبا ما يتم التأكيد على أن تقديرات القياسات المشيرة إلى البيئة الوراثية تعتمد على مجموعة التراكيب الوراثية المختبرة (انظر مثلا فالكونر Falconer ١٩٦٠) . وبما أن معظم التجارب تحت بيئات مثالية ، وليس تحت مجموعة من البيئات الواقعية ، فإن البيئة عادة ما لا يتم الحكم عليها بشكل كامل . وعموما فقد بينا في هذا الكتاب الحاجة إلى الاعتداد على مجموعة من البيئات ذات المعنى بالنسبة للصفات السلوكية . ومن الواجب أيضاً ملاحظة أنه بالنسبة للضغوط البيئية ذات المغزى الايكولوجى المحتمل ، فإن البنية الوراثية قد تختلف حتا تبعاً لمستوى الضغط (بارسونز Parsons - ١٩٧٩ b) . وفهم التأثيرات الكبيرة المحتملة للبيئة ووقع ذلك على البنية الوراثية ، بجانب التأثيرات المحتملة لتلازمات وتداخلات GB ، يعد مجالاً هاماً لدراى الوراثة الكمية . وإذا كان هذا الوضع قد ظهر أساساً فى حقول وراثة السلوك ، إلا أنه يخضع للتطبيق الشامل .

١٤ - ٥ الاتجاهات المستقبلية

رغم أن توقع الاتجاهات المستقبلية لأى مجال علمى يتطلب حذراً كبيراً ، إلا أنه جدير بالمحاولة . بعض ما توقعناه من قبل (ارمان وبارسونز Ehrman & Parsons - ١٩٧٦) قد تم إنجازه كما يتضح فى الكتاب الحالى ، ويعد ذلك مؤشراً على التقدم السريع . ونورد فيما يلى قائمة ببعض الاحتمالات التى ذكرت فعلاً فى متن الكتاب ، ونحن نجعلها هنا لأننا ببساطة نشعر أنها قد تتأكد فى المستقبل :

١ - كثير من الأعمال ، كما رأينا ، بنيت على عدد محدود من التراكيب الوراثية التى درست فى مجموعة محدودة من البيئات . وكثيراً ما حسبت قيم المكافء الوراثى من دراسات تمت على عشرة واحدة وفى بيئة واحدة . وعندما يؤخذ عدد التراكيب الوراثية والبيئات المؤثرة فى تعبير الصفة فى الاعتبار ، تبدو مشكلة التعميم فى هذه الحالة هائلة . ويصير الأمر معقداً بصورة لا تصلىق إذا ما عرفت البيئة بأوسع معانها ، حيث لا تشتمل فقط على النواحي الطبيعية ، وإنما تتضمن الخبرات السابقة أيضاً . ستحاول الجهود المستقبلية أن تمسك بهذه المشكلة وبما يصاحبها من صعوبات تلازم GB .

٢ - ويرتبط بالنقطة السابقة موضوع دراسة الاستجابات السلوكية لمختلف التراكيب الوراثية فى مواجهة الضغط Stress . ستكون دراساته التراكيب والوظائف المختلفة للأعصاب والغدد والقلب والأوعية الدموية فى عدد من الحيوانات ، وكلها ذات

علاقة بالضغط التي قد تتعرض لها هذه الحيوانات ، على درجة كبيرة من الأهمية في هذا المجال (املن Emlen - ١٩٧٣) . وعلى ذلك فالفهم الموسع للعوامل الوراثية ذات العلاقة بأشكال الاستجابة للضغط قد تساعدها دراسات وراثية السلوك .

٣ - تأثير العقاقير على السلوك ، وبالذات على التعلم ، معروف جيدا . واستخدام التركيب الوراثية المختلفة يساعد حتما في إعطاء معلومات أدق عن استخدام العقاقير في العلاج الدوائى والنفسى . وبالتحديد ، يمكن توقع تقدم في فهم التعلم وأساسه الوراثية والكيمائية . والدراسات الحديثة على التعلم في عدد من الكائنات بما في ذلك الدروسوفلا توحى بذلك فعلا . والآن قد تكون التسمية المعطاة لهذا المجال *psychopharmacogenetics* (قسم ٩ - ٧) بما تتميز به من طول ومهابة ، ذات قوة دفع لأعمال أكثر مدى .

٤ - بالنسبة للسلوكيات المعقدة ، يبدو أن الاتجاه إلى النظر لمكونات الصفة السلوكية ودراسة أسسها الوراثية سيزداد اتساعا في المستقبل . مثل هذا المدخل قد شرح في فصل ١٢ بالنسبة للاستعدادات الذهنية الأولية ، ومن المتوقع أن يزداد استخدامه ، خصوصا في الوقت الحالى حيث يمكن تحليل كميات كبيرة من النتائج المتنوعة في العقول الالكترونية . وهذا المدخل لا بد وأن يكون ذو قيمة خاصة في دراسة الإنسان . وفي بعض الحالات ، نجد أن الصفات المعقدة ذات الميكانيكيات الوراثية الغير واضحة يمكن تجزئتها إلى تحت وحدات *Subunits* تبنى كل منها ميكانيكيات وراثية بسيطة ومميزة . قد يتناسب هذا المدخل مع مرض الزهايمر . كما قد يصدق ذلك أيضا بالنسبة للسلوكيات المعقدة في الحيوانات بما في ذلك السلوك القتالى ، لكن الأمر يحتاج إلى دقة متناهية في طرق أخذ العينات والتصميمات التجريبية حتى يمكن الحصول على نتائج ذات مغزى (فولر واهان Fuller & Hahn - ١٩٧٦) يقدمان بعض المناقشات لهذا الموضوع) .

٥ - ميل بعض الصفات السلوكية إلى التغير بمضى الوقت يستحق تأكيدا أكبر . دارسى وراثية السلوك يحتاجون إلى معرفة التغيرات الدورية اليومية و/أو الموسمية . وأكثر من ذلك فإن التغيرات على مدى عمر الأفراد يجب أن تحظى باهتمام أكبر ، فهذا أمر لا شك في فائدته بالنسبة للصفات التي تتحور عن طريق التعلم . في الوقت الحالى يحاول دارسى وراثية السلوك الاكتفاء بالتحكم في العمر أو الوقت من اليوم عند القياس لعمل تحليلات وراثية سلوكية . أما قابلية الصفات السلوكية للتغير عبر الزمن فلم تدرس إلا قليلا .

٦ - وعموما يبدو أن وراثة السلوك سوف تلعب دورا رئيسيا في التقارب الذى ينمو ببطء بين علم الاجتماع والعلوم البيولوجية (وبالذات في دراسة التباين البشرى) .
فمثلا دراسات تأثير الخبرات المبكرة وتأثير البيئة الجينية تؤدي حتما إلى تزايد مشاركة عالم الاجتماع في أبحاث وراثة السلوك . وبالتالي يجب أن تلعب وراثة السلوك دورا مركزيا في الأبحاث المشتركة التى سوف يقوم بها في المستقبل علماء الاجتماع والسلوك والبيولوجى فمثلا نجد في مقال إكلاند (١٩٧٢) ما يلى :

بالنسبة لعلم الاجتماع على الأقل ، يبدو أننا لن ننتهى أبدا من الافتراضات الاجتماعية والنفسية لكل ظاهرة تقريبا . ورغم أن نظرياتنا بها الكثير مما يجدها ، إلا أن وسائلنا واكتشافاتنا تجعلنا نحتاج إلى الكثير . وفي الحقيقة نجد أن التقدير المتوازن يؤدي بنا إلى الاعتقاد بأن الكثير من النقاط تميل إلى دفع البحث عن التفسير السلم في مجال علوم الحياة . هذه النقطة جذيرة بالملاحظة من أى شخص يتم بعلم الحياة الاجتماعى .

٧ - من المحتمل ازدياد الدراسات الخاصة بالتراكيب الاجتماعية ، والطرز التزاوجية ، وأشكال الصراع في الإنسان والحيوانات الأخرى بهدف تقدير تأثيراتهم على المستودع الجينى للعشائر . وقد أوضحنا قبل ذلك مغزى هذا الموضوع بالنسبة لعلم الحياة التطورى للأنواع ومشاكل التنوع . ومن الواضح أن المكونات الايكولوجية ستلقى اهتماما أكبر ، حيث أن التركيب الاجتماعى من المحتمل أن يتفاعل مع موقعة السكنى بكل ظروفه وتفصيله .

٨ - لم تلق العوامل السلوكية المتضمنة في عملية تحديد الموقع الملائم niche اهتماما كافيا . ويشير إلمن (١٩٧٣) إلى وجود تعريفات عديدة لمصطلح الموقع الملائم ، وإن كان من الممكن وصفه باختصار بأنه مجموعة الظروف الطبيعية physical والحيوية biotic التى يمكن للكائن أن يعيش في ظلها . وفي المواقع المتشعبة يكون احتمال وجود عديد من الاستجابات السلوكية أكبر مما في حالة المواقع الضيقة . وبالعكس ففى المسكن الثابت يبدو السلوك مسجلا بصورة أكبر والاستجابات محددة. وتمتدنا الأنواع المتقاربة من الدروسوفلا والقوارض بمادة تجريبية ممتازة تضيف إلى مانسب نشره .
وسيتضمن قياس العوامل البيئية في تحديد الموقع الملائم المشكلة البالغة الصعوبة الخاصة بتعميم الدراسات العملية للسلوك على العشائر الطبيعية . وبمعنى آخر ، سيتضمن الانتقال من بيئة محددة سلفا إلى حد كبير ، إلى بيئة غير محددة أساسا ؛ هذا إذا ما استثنينا بعض الحالات التى تكون فيها البيئات الطبيعية ممكنة التحديد والمحاكاة في المعمل . وإشارتنا إلى وراثة اختيار المسكن الواردة في فصل ١٣ تعطينا بداية واعدة لهذا

٩ - يتبع ذلك الدراسات الخاصة بالتغيرات السلوكية الحادثة خلال عمليات التدجين أو الاستئناس **domestication** . هذا الأمر قد نوقش في الفصل العاشر بوجه خاص ، ولكننا نعتبره بالغ الأهمية كأحد الاتجاهات المستقبلية التطبيقية لورثة السلوك في إطارها التطوري ، ولذا أكدنا عليه مرة أخرى في الموضوع الحالي . وكمثال هام نذكر حالة ذبابة الجلد **screwworm flies** التي ربيت منها كميات كبيرة من الذكور العقيمة كجزء من برامج مقاومتها وذلك في أحد المصانع بتكساس ؛ وقد أوضح بوش **Bush** (١٩٧٨) أن ظروف المصنع قد تشجع دون عمد الانتخاب الوراثي للحشرات ضعيفة التنافس ، التي من خصائصها عدم النشاط إلا فيما بعد الظهيرة ، بينما تكون الحشرات البرية نشطة طوال اليوم . وبمعنى آخر ، فإن التزاوج بين الحشرات البرية المطلوب مقاومتها قد يتم قبل أن تصبح حشرات المصنع مستعدة بشكل كاف للقيام بالنشاط الجنسي . ويبدو أن الفروق مرتبطة بأشكال انزيم ألفا - جليسرول فوسفات دى هيدروجينيز الداخل في عملية طيران الحشرات . وعلى ذلك فالمصنع يعد بيئة صناعية تؤدي إلى تغير وراثي يجعل من مقاومة الحشرة أمراً غير فعال . وهذا يؤكد أن المعلومات البيولوجية الأساسية ، خصوصا على المستوى السلوكي ، يعد هاما لفهم التدجين في أشكاله المختلفة ، وبذا يكون ذلك مجالا لا شك في أهميته المستقبلية .

١٠ - يتسائل ماير **Mayr** في أحد مقالاته (١٩٧٤) : تحت أية ظروف يكون البروجرام الوراثي المغلق مفضلا وتحت أية ظروف أخرى يكون البروجرام المفتوح هو المفضل ؟ وقد كانت إجاباته كما يلي : « لا بد وأن الانتخاب سيفضل البروجرام المغلق عندما تكون هنالك علاقة واضحة بين أحد المنبهات واستجابة واحدة صحيحة ، أما السلوك الغير تواصل **non-communicative** الذي تؤدي إلى استنفاد المصادر الطبيعية فيجب أن يكون مرنا ، مما يسمح باتساع الموقع الملائم وكذا الانتقال إلى مواقع ملائمة أخرى . في الحالة الأخيرة يفضل البروجرام المفتوح ، لأن هذه المرونة من المستحيل أن تتوفر إذا كان السلوك موضع الدراسة محكوم بامكانيات محدودة وراثياً . والحقائق الملاحظة المناقشة في هذا الكتاب ، وبالذات في هذا الفصل في أعمال ماير (١٩٧٤) وبارسونز (١٩٧٧) تتوافق مع هذه التوقعات . ومع ذلك ، فالسلوك يتفاعل مع البيئة الحية وغير الحية وبالتالي يكون هدفا دائماً للانتخاب الطبيعي . وبالتالي سيكون من المفضل أحيانا أن يكون البروجرام مغلق إلى حد كبير للحصول على أكثر الاستجابات مثالية ، وفي حالات أخرى قد يفضل الانتخاب البروجرام السلوكي

المفتوح . ويمكن أن نتفق مع ماير (١٩٧٤) في استنتاجه أن : « هنالك مجال واسع غير مستكشف للبحث في تحديد الافضلويات الانتخابية للامكانيات الاختيارية العديدة التي تمتلكها الكائنات المختلفة تحت الظروف المختلفة » .

وأخيرا فنحن ننظر إلى التغيرات السلوكية باعتبارها تنتمى إلى أهم مكونات العمليات التطورية ، سواء أخذنا في الاعتبار النواحي السلوكية الخاصة بالتزاوج أو بزيادة التكيف للبيئة الجديدة . والمدخل المعتاد ، الذى قدمناه فى أجزاء من هذا الكتاب - وهو دراسة المكونات الوراثية للصفات فقط لا يقدم عطاء كبيرا بالنسبة لدور السلوك فى العمليات التطورية ، وذلك ببساطة لأن المدى الذى تكون فيه الصفات ذات علاقة فى تحديد استمرارية عمائر التراكيب الوراثية التى تحكمها غير معروف . فالسلوك الوثيق الصلة باستمرارية العشيرة يحتاج إلى دراسة منفصلا تحت العديد من البيئات . وبمعنى آخر ، يجب أن نضع السؤال الخاص بالرابطة بين الصفة والموامة موضع الاختبار . والاجابة على مثل هذه الأسئلة صار ممكنا فى الدروسوفلا ذات البرنامج الوراثى المغلق إلى حد كبير بالنسبة للسلوك . وسيؤدى ذلك حتما إلى المساعدة فى دراسة المسارات الأكثر تعقيدا بين الجينات ، السلوك ، العمليات التطورية التى تحدث فى الفقاريات كالغيران والإنسان ؛ حيث تكون البرامج الوراثية التى تحكم السلوك أكثر انفتاحا بدرجة كبيرة .

المصطلحات

Altruistic behavior	السلوك القوي (الإيثارية)	جين تحباب الجسم ! هـ
Altruistic traits	الصفات الإيثارية	
Alzheimer's disease	مرض الزهايمر	
Amalgamation	المصاصة (الخلط المزجي)	
	تسجيلات التحول في المرفضان	
Ambulation scores in rate		
Amino acids	أحماض أمينية	
Amniocentesis	السائل الأمنيوسي	
Amphetamine	أمنيتامين (دواء مشابه للأدوية)	
	موقع الأمينيز (متضمن في مسار تحطيمه)	
Amylase locus		
Analysis of variance	تحليل التباين	
	الحسابية للأندروجين (هرمون ذكري)	
Androgen sensitivity		
Anencephaly	غياب المخ	
Anenploidy	التضاعف غير المنظم (للكرموسومات)	
Apparatus effect	تأثير الجهاز	
Arrhythmic mutant	طافر لإعطاء الإيقاع	
Artificial selection	إنتخاب صناعي	
Assortative mating	التزاوج التامثل	
Assymetry	عدم التماثل	
Athyreosis	إضطراب درق	
Audogenic seizures	نوبات سمعية	
Auditory acuity	الحدة السمعية	
Auditory alley	مضيق سمعي	
Australian aborigines	سكان أستراليا الأصليين	
Autism	الإشتغال بالذات	
	ظاهرة الحركة الذاتية	
Autokinetic phen omenon		
	الكرموسومات الجسمية	
Autosomal chromosomes		
Avoidance	التفادي	
	II	
Bockcrosses	التجارب المزدوجة	
Bacteria	البكتيريا	
Bar gene	جين البين القضيبي	
Barr body	جسم بار	
Behavior	سلوك	

اختبارات شيكاغو للقدرة العقلية الأولية Chicago Primary Mental Abilities Tests

Chickens الدجاج

Chimpanzee الشمبانزي

Chiricahua (CH) inversion انقلاب شريكاهوا

Chromosomal defect عيب كروموسومي

Chromosomal mosaics موزايك كروموسومي

Chromosome breakage كسر كروموسومي

Chromosome maps خرائط كروموسومية

Chromosomes الكروموسومات

autosomal الجسمية

diploid number (2n) العدد الثنائي

haploid number (n) العدد الأحادي

homologous المتماثلة

ring الحلقية

Sex الجسمية

Cinnabar gene جين الأحمر الزاهي

Circadian rhythm الإيقاع النوري اليومي

Cleaning behavior سلوك التنظيف

Cleft lip and plate إنشقاق الشفة والحنك

Clines إنحدارات متدرجة

Closed genetic programs برامج وراثية مغلقة

Clubfoot قدم مشوهة (حذاء)

Coadaptation ألفة متصاحبة (معاونة الألفة)

Coat color mutants طوائف لون

cockfighting مصارعة الديوك

Codon شفرة

Coefficient of regression معامل الانحدار

Coefficient of relationship معامل القرابة

Color blindness عمى الألوان

Communication اتصال (تواصل)

Competitive mating تزاوج تنافسي

Concentration Camps معسكرات الاعتقال

Concordance اتفاق

Concordance استجابات المتطابق المشروطة

Conditioned avoidance responses

Conditioning تكيف - ربط بالتداعي

Congenital malformations عيوب خلقية

Conjugal infidelity زيجات النصب (أغلبها محرم ونتائجها الوراثية محتملة الضرر)

Consanguineous marriages زيجات المتصلة

Continuous traits صفات متصلة

Cooperative behavior سلوك تعاوني

Copulation (قران) خلال التزاوج

Correlation coefficients معاملات التلازم

Correlations تلازمات

Behavior genetics وراثة السلوك

Behavioral asymmetry عدم تماثل سلوكي

Behavioral responses إتران حيوي (تكيف) سلوكي

Behavioral homeostasis

Behavioral phenotype مظهر سلوكي

Behavioral polymorphism تعدد المظاهر السلوكي

Behavioral responses استجابات سلوكية

Behavioral traits صفات سلوكية

Binocular rivalry تنافس العينين

Bioassay تقدير (تحليل) حيوي

Biomedical genetics الوراثة الإحصائية

Biparental Family عائلة ذات أبوين

Bipedal locomotion السور على قدمين (كما في الإنسان)

Bipolar depression إكتئاب حاد (هوس إكتئالي)

Birds الطيور

Birth order ترتيب للولاد

Black locus موقع اللون الأسود

Bracket fungi فطريات دعائية

Brain size حجم المخ

Brightness plane مستوى الإضاءة

Broodiness حضانة البيض (في الدواجن)

Broodiness الحضانة (في الدواجن)

Brothers Karamazov الأميرة كارامازوف (قصة لدمسوفسكي)

Brown gene جين اللون البني

C

Caffeine الكافيين

Caffeine اختبار كاليفورنيا للشخصية

California Personality Inventory (CPI)

أهمية الذئبة (في صرنا الفطط)

Calling song in field crickets

Cannibalism الوحش (أكل طوم البشر)

Canterbury Tales قصص كانتربري للوسر

Carnivorous diet أكل اللحم

Carrier حامل (ناقل)

Catatonic schizophrenia القسام التخفي

Cats القطط

Cattle الماشية

Cattle السترومر (منطقة الاتصال بالمثل ليا الكروموسوم)

Centromere

Cerebral degeneration gene جين انحلال المخ

Cerebrotonia المزاج الذهني

Chemoreceptors مستقبلات الكيمويات

Chemotaxis الانتحاء الكيمائي

Chemotaxis gene جين الانتحاء الكيمائي

Chi square tests إختبارات مربع كاي

Desiccation tolerance تحمل الجفاف
Deuteranomaly عيب الألوان الأصفر الخبز
 الحرارة عدد التكون

Developmental temperature
Diabetes mellitus مرض السكري
 لبال جفلية (نحو اختلافات تؤدي إلى إنقسامها)

Dialectical tribes

Dichromatism عيب ألوان ثنائي

Differentiation تميز

Digging behavior سلوك الحفر

Dilute gene جين ه خلة ه اللون

Directional selectoin إنشخاب موجه
 صفات منفصلة (غير متصلة)

Discontinuous traits

Dispersal التشتت - الإنكسار

Disruptive selectoin إنشخاب تمزق

Dizygotic (DZ) twin توأم ثنائي الزيجوت

Dogs الكلاب

Domestication التدجين - الإنستاس

Dominance سيادة

Dominance deviation إنحراف السيادة

Dominance variance تباين السيادة

Dominant genes جينات سائدة

دوبا (مركب وسطي ل مسار تكوين صبغة الميلانين)

Dopa

تزاوج أبناء عم درجة أولى ثنائي

Double first-cousin mating

Down's syndrome أعراض دون المتزامنة

المورسوطلا (الاسم الشائع : ذبابة الفاكهة) بأنواعها

Drosophila spp

Drugs المخدرات (الأدوية)

Ducks البط

Ducky gene جين ه الساحر ه

Dunce mutant طفرة الدنعة

التكرار أو الإضافة (ل تركيب الكروموسومات)

Duplication

Duration of copulation مدة (زمن) الإنزال

Dyslexia عجز القراءة

Dystrophic gene جين ه الضور ه

E

Early experience الخبرة المبكرة

Ebany gene جين ه الأسود ه

Eclosion خروج (تكلف) أطوار الحشرة

Ecological isolation عزل بيئي

Ectomorphy نمط (جسماني) خارجي

Egg laying وضع البيض

environmental بيئية
genetic وراثية

بين الأب المتوسط والجد

between midparent & offspring

phenotypic ظاهرية

between sibs بين الأشقاء

Courtship behavior سلوك التزاوج

Courtship patterns طرز التزاوج

Courtship songs أغاني التزاوج

Covariance التباين للتصاحب (التباين)

Crayfish جراد البحر

مرض كروتزفيلت جاكوب (لقاح وإنحطاط القرى ثم الحبل)

Crentzfeldt-Jacob disease

Criminality الإجرامية

Critical flicker fusion الاتحاد المخرج للومضات

Crosses هجين

diallel متكاملة - متبادلة

half diallel نصف متكاملة

simplified triplet test الاختبار الثلاثي المبسط

Crossingover العبور

Cultural inheritance توارث حضاري

Curly gene الجين المنحني

Cytoplasmic inheritance وراثة سيتوبلازمية

D

Dancer gene جين ه الرقص ه ل القوارض

Darwinism الداروينية

Darwin's finches حسون داروين (عصافير دورية)

Dauer larvae اليرقات الخيلية (ل اليمافودا)

Deafness الصمم

Decarboxylation إزالة مجموعة الكربوكسيل

Deer mice فئان الأبال

Defecation score تسجيلات التبرز

Defective myelination قصور تكوين النخاع

تعلم الشفريات (للمعنى الواحد كما في شفرة الوراثة)

Degenerate code

درجة التحديد الوراثي

Degree of genetic determination

Degrees of freedom درجات الحرية

Deletion فقد

Delinquent youths الشباب المستعير (المتحرّف)

Delta gene الجين ه دلتا ه

الديكات (نسبة إلى الوحدات الإدارية ل أريكا القديمة)

بالو دانان

Dennis

حصى الديوكسي ريميز القوي (مادة الوراثة)

Deoxyribonucleic acid (DNA)

Fast mutant	طفرة + السريع +	Field crickets	سراويل الحقل
Fawn- hooded rats	جرذان وودودة ميمزة الموزوم	Fighting behavior	السلوك القتالي
Febrile seizures	نوبات الحمى	Fish	الأسماك
	تجارب الإختبار الأنتوى	Fitness	اللاءمة
Female- choice experiment		Flagella gene	جين + الأموات + الفلاجلا +
Fermented fruit baits	طعم الفواكه المخمرة	Flour beetle	خفساء الدقيق
Fertilization	الإخصاب	Flour moth	فراشة الدقيق
Fidget gene	جين + القلق +	Focal seizures	نوبات بؤرية + في الصرع +
Field crickets	سراويل الحقل	Food preference	تفضيل غذائي
Fighting behavior	السلوك القتالي	Foreign chromosomes	كروموسومات غريبة + في المخلب الرجعية +
Fish	الأسماك		
Fitness	اللاءمة	Forked gene	جين + المنحعب +
Flagella gene	جين + الأموات + الفلاجلا +	Foster parents	آباء بالرضاعة أو الرعاية
Flour beetle	خفساء الدقيق	Fostering	الرضاعة
Flour moth	فراشة الدقيق	Fraternal twins	توائم خالية للزيجات
Focal seizures	نوبات بؤرية + في الصرع +	Freemartin	أنثى عقيمة + توأم للذكر أنثرت عليه
Food preference	تفضيل غذائي		هرموناته +
Foreign chromosomes	كروموسومات غريبة + في المخلب الرجعية +		تزاوج معتمد على السكر
Forked gene	جين + المنحعب +	Frequency- dependent mating	
Foster parents	آباء بالرضاعة أو الرعاية	Frogs	الضفادع
Fostering	الرضاعة	Fruit flies	ذبابه الفاكهة + الإسم الشائع للدروسوفلا +
Fraternal twins	توائم خالية للزيجات	Furless gene	جين + عدم الفراء +
Freemartin	أنثى عقيمة + توأم للذكر أنثرت عليه		
	هرموناته +		
	تزاوج معتمد على السكر		
Frequency- dependent mating			
Frogs	الضفادع		
Fruit flies	ذبابه الفاكهة + الإسم الشائع للدروسوفلا +		
Furless gene	جين + عدم الفراء +		
Gamete formation	تكوين الجاميطات	Ethanol	الإيثانول
Gamete isolation	العزل الجاميطي	Ethological isolation	عزل سلوكي
Gametogenesis	مراحل تكوين الجاميطات	Eukaryotes	كائنات حقيقية الأنوية
Gaucher disease	مرض جوش	Eumelanin	أحد نوعي الميلانين في فراء القوارض
GE interaction	تفاعلات الوراثة والبيئة	Epistasis	تضاعف منتظم (للكروموسومات)
Geese	الأوز	Evolution	التطور
Gene action	فعل الجين	Experimental animals	حيوانات تجريبية
Gene-behavior relation	علاقة الجين بالسلوك		التوارث خارج النواة (السيترولامي)
Gene complexes	مقلات جينية	Extranuclear inheritance	أصلية البيئة المنطرفة
Gene flow	السيارات الجينية	Extreme environment advantage	الإتبساط
Gene- (allele) frequency	التكرار الجيني (الأليل)	Extroversion	جين + عدم العين +
Gene-hormone interactions	تفاعلات الجينات والهرمونات	Eyeless gene	
Genes:	الجينات :	F test	إختبار F (الإحصاء)
dominant	السالبة	Familial environmental factors	العوامل البيئة العائلية
major	الرئيسية	Family rize	حجم العائلة

Gustation	حاسة اللق
Guthrie test	اختبار جثري
Gynandromorphs	جانبية الجنس

II

H statistics	إحصائيات H (درجة التحديد الوراثي)
Habitat selection	إنتخاب المسكن
Habituation	تعويد / ترويض
Hairless gene	جين عديم الشعر
Handedness	صفة إستعمال الأيدي
Hardy-weinberg law	قانون هاردي فايجورج
Harelip	الشفة الألبية (الشرماء)
Hebephrenic schizophrenia	الفصام المبكر
	مواقع شبه أصيلة (لوجود أليل واحد)
Hemizygous loci	
Hemoglobin locus	موقع الهيموجلوبين
	إضطرابات تخيلية (أبيضه) متوارثة
Hereditary metabolic disorders	
Heritability	المكائى الوراثي
Hermaphroditism	التضخض
	تزاوج الأفراد مباحية (متعزلة جنسيا مثلا)
Heterogamic matings	
	أفضلية التركيب الكروموسومي الخليط
Heterokaryotype advantage	
Heterosis	قوة الخليط
	نموذج أفضلية الزيجوت الخليط
Heterozygote advantage model	
Hippocampus	القرن (منطقة من المخ)
Homeotherms	كائنات تنظم حرارتها داخليا
Hominidae	عائلة الإنسان (البيولوجية)
Homo sapiens	الإنسان العلمى للإنسان
Homogamic	زيجات بين الأفراد متشابهة (غير متعزلة)
Homogentisic acid	حامض الموموجنتيك
Homozygosis	التأصيل الوراثي
Honeybees	نحل العسل
Horses	الحيل
Housflies	الذباب المنزلي
Human beings	بني البشر (الإنسان)
	الصيداؤون وجامعوا الثمار (في تطور الإنسان)
Hunters and gthers	
Hunting bands	جاعات الصيد
	أوروبا منتصجون (ذئان وراثي)
Huntington's chorea	
Hutterites	مجموعة متعزلة غرب الولايات المتحدة وكندا
Hybrids	هجين
Hydrocephaly	استسقاء الدماغ
	موقع تلوق حامض الهيدروكلوريك
Hydrochloric acid taste locus	

recessive	المتحية
regulator	النظمة
rex-linked	المرتبطة بالجنس
structural	التركيبية
Genetic code	شفرة الوراثة
Genetic correlation	تلازم وراثي
Genetic counselling	استشارة وراثية
Genetic determination	تحديد وراثي
	مسافات وراثية (بين مجاميع مختلفة كالتباين البشرية)
Genetic distances	مثلا
Genetic drift	إنحراف وراثي
	المزائيكات الوراثة (أنسجة متجاورة مختلفة)
Genetic mosaics	وراثيا
Genetic polymorphism	تعدد المظاهر الوراثي
Genetic programs	برامج وراثية
Genetics	الوراثة
Genomics	الجينوم
Genome	واحدة
	تفاعلات التركيب الوراثي والبيئة
Genotype and environment	
Genotype-environment	تلازم وراثي بيئي
	تفاعلات التركيب الوراثي وأعداد العشائر
Genotype-environmental correlation	
Genotypes	التركيب الوراثي
Genotypic variance	تباين التركيب الوراثي
Geographic distance	مسافة جغرافية
Geographical isolation	عزل جغرافي
Geographical strains	سلالات جغرافية
Geotactic moze	متابعة الإنتحاء الجغرافي
Geotactic scores	تسجيلات الإنتحاء الجغرافي
Geotaxis	الإنتحاء الجغرافي
Geranial	الجرانيول (مستخلص له رائحة النعناع)
Gibbon	الجيون
	هجين الجيون و جيون سومطرة
Gibbon-siamang hybrid	
Golters	تضخمات الغدة الدرقية
	طرفة ذهبية من تملك البطرخ الولود
Gold Flamingo guppy	
	الشنود الكرنكي للعدسة الجنية
Gonadal dysgenesis	
Gonopodium	عضو الإنساء بالأنثى (في الأسماك)
Grand mal seizures	نوبات كبرى (في الصدع)
	الحركة الموحدة بالجاذبية
Gravity-oriented locomotion	
Grazing behavior	سلوك الرعي (في الماشية)
Group selection	إنتخاب المجمع
Guinea pigs	خنازير غينيا

Kin selection انتخاب على أساس القرابة
انتخاب كلامات

Klamath autosomal inversion

Klinefelter's syndrome أعراض كلينفلتر للزنازمة

Kuru مرض كورو (أكل أخناخ الموت)
مادة وسطية في مسار صبغات عين الدروسوفلا

Kynurenine

-I-

Lactase deficiency نقص إنزيم اللاكتاز

Lactose سكر اللاكتوز (سكر اللبن)

Language اللغة

Larval behavior السلوك اليرق

Larval dispersal الانتشار اليرق

Laterality الجانبية

Learning التعلم

Lek behavior سلوك إختيار موقع معين للفرز والتزاوج

Lek species أنواع ليدى سلوك lek

Lethal genotypes تركيب وراثية مميتة

Liability of diseases احتمال التعرض للمرض

Licking اللعق

Linear regression إتحاد طرقي

Linguistic distance مسافة لغوية

Linguistic drift إتحراف لغوي

Linkage group مجموعة إرباطية

Linked loci مواقع مرتبطة

Lobster الكركون

Loci (locus) مواقع (موقع)

Locomotor behavior السلوك الحركي

طفرة = الفترة الطويلة = في إيقاع الدروسوفلا

Long- period mutant جين = الليل ذو الطفرة =

Looptail gene جين = الليل ذو الطفرة =

Lovelids الطيور النخبة (النخبة)

-M-

Maculatus mutant طفره = المبقع =

Major genes جينات رئيسية

Malaria الملاريا

تجارب الإختيار اللكرى

Male- choice experiments

Mammalian populations عشائر الثدييات

ذهان الفوس الإكتئاب

Manic- depressive psychoses

Marriage classes طبقات الزواج

سلوك الفرز المصنوي (فرائشة الدقيق)

Mat spinning behavior

Maternal effects التأثيرات الأمية

Maternal family عائلة أمية

Hyperinsulinemia زيادة إفراز الأنسولين

Hyperkinesis الحركية الزائدة

Hyperkinetic (HK) gene جين الحركية الزائدة

I

Identical twins توأيم متطابقة (أحادية التوحيوت)

Imprinting الدمع (التأثير بأحد الوالدين عند إختيار الشريك)

Inbreeding تربية داخلية

Inbreeding coefficient معامل القرية الداخلية

Independent assortment توزيع حر (مستقل)

Innate behaviors سلوكيات فطرية

Insects حشرات

Intellectual capacity القدرة العقلية

Intelligence ذكاء

Intelligence quotient (IQ) معامل الذكاء

Interdeme selection انتخاب بين الديمات

Interior semispecies أخيهات أنواع داخلية

Intersexual selection انتخاب بين الجنسين

Intersexuality الحالات بين الجنسية

العبرو بين الخواصات (في الجرذان)

Intertrial crossing

معامل التلازم داخل الصف

Intraclass correlation coefficient

الإختلاف بين فردين (في الصفات المتصلة)

Intrapair differences

الإختلاف داخل الجنس الواحد

Intrasexual selection

Intromission latency كمون الإيلاج

Inversions إقلابات (كروموسومية)

Irradiation التعريض للإشعاع

Isofemale strains سلالات متشابهة الجينات

Isofemale strains الطيعة

Isofemale strains سلالات متشابهة الجينات

Isolates عزلات

ميكانيكيات الفرز (الإنزال)

Isolating mechanisms

Isolation coefficient معامل الإنعزال

Isolation index دليل الإنعزال

-J-

Japanese quail السمات الياباني

Jerker gene جين = المفراز =

Joint isolation index دليل الإنعزال المتصاحب

Jumpy gene جين = القفز =

Juvenile delinquents إتحراف الأحداث

-K-

Karyotype الهيئة الكروموسومية

Musculare	فردون يجلب ذكور الدباب
Muscular dystrophy	إلتهال العضلات
Mutants	طوافير
Mutations	طفرات
"Muted" gene	جين ه غيابه الحصية الأذنية ه
	-M-
Natural selection	انتخاب طبيعي
	تزاوج عشاق صائب
Negative assortative mating	تلازم صائب
Negative correlation	لنماتورا
Nematodes	بناز العنق (طيور الحب)
Nest building	تنظيف العنق (نحل النسل)
Nest cleaning	سلوك بناء العنق (لى القوارض)
Nesting behavior	الوراثة العصبية
Neurogenetics	العصبانية
Neuroticism	كيمويات تساعد لى نقل البهجات العصبية
Neurotransmitter substances	
Nich	موضع ملائم (أنظر إنتخاب للسكن)
Nondisjunction	علم الإلتصال (الكروموسومى)
Nonemotionnl	غير إلتعالي
Nonrandom mating	تزاوج غير عشوائى
	نوربرفرين (من الكيمويات الناقلة للصبغات العصبية)
Norepinephrine (NE)	
Normal distribution	توزيع طبيعى
Norway rat	الجرذ النرويجى
Nucleotides	الوحدات المكونة للأحماض النووية
	ه قصة الراهبات والقسيس ه لشوسر
"Nuns Priest's Tale" (Chaucer)	
Nutrition	التغذية
	-O-
Obesity-genes	جينات السمنة (البدانة)
Objective measurement	مقياس موضوعى
Odor training	التدريب على الروائح
Olfactory alley	مضيق شمى
Olfactory discrimination	تمييز شمى
One-male troop	جماعة وحيدة الذكر
Open field behavior	سلوك الحقل المفتوح
Open genetic program	برنامج وراثى مفتوح
Optomotor response	إستجابة حركية لثبة بصرى
Orange-eyed mutant	طفرة برتقالية العين
Orientation	التوجيه
Origin of species	أصل الأنواع
Overdominance	سيادة قاتلة
Oviposition	وضع البيض

Mating	التزاوج
Mating calls	دعوات التزاوج
Mating preference	التفضيل التزاوجى
Mating speed	سرعة التزاوج
Mating success	نجاح التزاوج
Maze direction choice	إختيار الاتجاه فى المخاضة
Maze- learning ability	القدرة على التعلم فى المخاضة
Mean	المتوسط
Mechanical isolation	العزل الميكانيكى
Meiosis	الإنقسام الموزى (الإحتزائى)
Melanin	صبغة الميلانين
Mendelism	المندلية (نسبة إلى مندل)
Mental abilities	القدرات العقلية
Mental deficiency	القصور العقلى
Mental disorders	الإضطرابات العقلية
Mental retardation	التخلف العقلى
Mesomorphy	النمط (الجسمى) الوسطى
	حامض الريبوز النووى الرسول
Messenger RNA (mRNA)	
Mice	الفئران
Microcephaly	صغر الجمجمة
Migration	هجرة
	المناطق الحلالية والدير حلاله
Milking & nonmilking areas	
	إستخبار مستعونا المتعدد للشخصية
Minnesota Multiple Personality Inventory (MMPI)	
Minute gene	جين ه الدقيق ه
Misty gene	جين ه الغامض ه
Mitosis	الإنقسام المتعزى
Mixed marriages	زيجات مختلطة
MN blood group system	نظام مجاميع دم MN
Molting patterns	طرز الإسلاخ
Mongolism	المغولية (أنظر أعراض دون الختراسة)
	أحادى الكروموسوم (٢ ١)
Monosomic individual	فردان أحادية الزيجات (متطابقة)
Monozygotie (MZ) twin	
	عدم التماثل المظهري
Morphological asymmetries	
Mosquitoes	البعوض
"Motile" gene	جين ه الحركة ه
Motor skills	المهارات الحركية
Muller-Lyer Illusion	خداع مولر لير البصرى
Multiple allele series	سلاسل متعددة الأليلات
Multiple choice mating	تعدد إختيارات التزاوج
Multiple male troop	جماعة متعددة الذكور

Physical traits	صفات جسدية
Physostigmine	أحد مشابهي الكولين
Piebald locus	موقع الألفا هـ
Pink eye locus	موقع العين الزرقالية
Pintail gene	جين هـ الشجيرات الطويل وسط الذيل هـ
Pirouette gene	جين الدوران على قدم واحدة المعدولية الخلفية (في الكلاب)
Playful aggressiveness	
Pleiotropy	تعدد الأثر
Poikilotherms	كائنات لا تنظم درجة حرارتها داخليا
Polygenesis	تعدد الجينات
Polygyny	تعدد الزوجات
Polymorphism	تعدد المظاهر
Population dynamics	ديناميكيات المشاعر
Population genetics	وراثية المشاعر
Population regulation	تنظيم المشاعر
Population size	حجم المشيرة
Populations :	عشار :
allopatric	متفرقة
sympatric	متصاحبة
اضطراب أبيض سلوكي (نسبة إلى لون البول الأزرقاني في المرضى)	
Porphyria	
	تزاوج متساو موجب
Positive assortative mating	
Positive correlation	تلازم موجب
	التأثيرات الأمية بعد الولادة
Postnatal maternal effects	
Precoital behavior	سلوك ما قبل الإقتران
Preening	التألق (في الدروسوفلا)
Prenatal effect	تأثير ما قبل الولادة
Prevention of fertilization	منع الإخصاب
Previous experience	الخبرة السابقة
Primary mental abilities	القدرة العقلية الأولية
primates	الرئيسيات
Primer pheromones	الفرمونات البادئة
Probability	الإحتمال
الحالة الدليلية (أول من اكتشف فيه شذوذ وراثي معين في أحد الأنساب)	
Proband	
Protonomaly	عمى اللون أحر جزئي
Protaopes	أفراد يتأعمى اللون الأحمر
Proteins	البروتينات
Pseudohermaphroditism	التخند الكاذب
Psychiatric abnormalities	شذوذات نفسية
Psychological isolation	عزل نفسي

-P-

Pattern	خط (شكل من أشكال العدو والسر في الحيل - انظر أيضا الحبل)
Pacing gait	جبن هـ المشاحب هـ
Pallid gene	تزاوج عشوائي
Panmixia	طفرات الحساسية لدرجة الحرارة
Paras mutant	البراميسيوم
Paramecia	طفرة هـ الخذالية هـ
Paranoic mutant	لصام هذا
Paranoic schizophrenia	مصابون بالهذاء
Paranoids	الدبور لتطفل
Parasitic wasp	التوالد البكري
Parthenogenesis	عجز البعير الخلفي الجزئي
Partial congenital agnosia	
Pauper mutant	طفرة العالة في الإجماع
Paw preferences	تفضيلات الكففين (في الفيران)
Pawn mutant	طفرة البيدي
أحد بروتينات النخ (مسؤول عن الإكتئاب)	
Pc 1 Duarte	نظام النقر (في الدجاج لتسيطرة على إناث القطيع)
Peck order	
Perceptual tasks	واجبات إدراكية
Peromyscus	فأر الأتالي
Personality	الشخصية
Personality traits	صفات الشخصية
Petit mal reizesures	نوبات الصرع الصغير
Phenocopies	نسخ مظهرية
Phenotype	شكل مظهري
	تزاوج مظهري متساو
Phenotypic assortive mating	
Phenotypic correlation	تلازم مظهري
Phenotypic value	قيمة مظهرية
Phenotypic variance	تباين مظهري
	اختبار تحمل البينيل ألتاين
Phenylalanine tolerance test	
Phenylketonuria	مرض البول القليل كيتوني
	فيلين ليوكازيميد
Phenylthiocarbamide (PTC)	
Pheomelanin	أحد نوعي الميلانين (في القوارض)
Pheromones	الفرمونات (جاذبات حشرية)
	الاستجابة الحركية للصوت
Photomotor responses	
Photokinesis	حركة غير موجهة بالنسبة للضوء
Phototaxis	الإنحاء الضوئي
	طفرة النقل الضوئي (في الدروسوفلا)
Phototransduction mutant	

Synthetic theory of evolution

النظرية الصنغية للتطور
evolution

-T-

Tactual plane	المستوى اللمسي
Tailless gene	جين عدم الذيل
Tameness in dogs	الألفة والبرية (في الكلاب)
Tarsal contact	المسقطات كمنافذة للملامسة اللمسية
chemoreceptors	
Tasting abilities	القدرة الطوقية
Telomian	أحدى سلالات الكلاب
Temperaments	الأمزجة
Temperature	درجة الحرارة
Temperature gradient	مدرج درجات الحرارة
Temporal isolation	عزل مؤقت
Territoriality	الإقليمية

حتى مؤلفة المظهر مذكرة التركيب الوراثي

Testicular feminization	
Testicular hypoplasia	نقص غدة الخصى
Tetraploids	كائنات رباعية (المجموعة الكروموسومية)
Threshold traits	صفات حدية
Transcription	النسخ
Transfer RNA (t RNA)	الناقل RNA
Transferrin (Tf) locus	موقع الترانسفيرين
Transitional semispecies	أشياء أنواع تحولية
Translation	ترجمة
Translocation	إنتقال (كروموسومي)
Tribes	قبائل
	لدى رؤية لدية طبيعة (بناء على تميز الأحمر والأخضر والأزرق)

Trichromats	
Triploids	كائنات ثلاثية (المجموعة الكروموسومية)
Trisomic individual	فرد ثلاث الكروموسوم
Trisomy-21	كروموسوم ٢١ مكرر ثلاثة مرات
Trisomy-21	عصب التوت الثالث (قصور في منطقة الأزرق - الأخضر)
Tritanomaly	
Tritanopia	عصب اللون الثالث (الأزرق)
Trotting gait	أسد أنواع العدو في الحيل (الحب)
Turner's syndrome	أعراض تورن المتزامنة
Twin analysis	تحليل التوائم
Twinning	ميلاد التوائم
Twirler gene	جين الدوار

U

Unipolar	إكتئاب بسيط (غير مصحوب بأفوس)
depression	

V

Variance	التباين (الإحصائي)
----------	----------------------

Short ear gene

جين الأذن القصيرة
طفرة القشرة القصيرة (للإفقاغ الومى)

Short-Period mutant

Siamese cats	القطط السيامية
Sil mating	تراوج الأخفاء
Sibling species	أنواع شقيقة
Simple schizophrenia	فصام بسيط
Single-gene effects	تأثيرات الجين المفرد
Single-gene substitution	إبدال جين مفرد
Skeletal variants	أشكال الهيكل العظمي الختلفة
Slow viruses	فيروسات بطيئة
Smoking habit	عادة التدخين
Social behavior	السلوك الإجتماعي
Social class	طبقة إجتماعي
Social organization	إنظام إجتماعي
Social structures	تركيب إجتماعي
Sociobiology	علم الحياة (البيولوجيا) الإجتماعي
Somatotonia	المزاج البدني
Somatotype	النمط الجسمي
Spotal isolation	العزل المكاني
Speciation	التفرع
Species	الأنواع
Speech disorders	إضطرابات الحديث
	بوزر الأعطية السحالية (مرض وراثي عقلي)

Spina bifida	
Spindle fibers	خيوط المغزل
Spinning behavior	سلوك المغزل
Sporadic madness	جنون متقطع
Stabilizing selection	إستعاضة مثبتة
Stammering	التلعثم - القافلة
Standard deviation	إنحراف قياسي
	إختصار سمانفورد - بيت لمعامل الذكاء

Stanford- Binet I Qtest

Star gozing	التحديق في النجوم
	طول القامة

Straw mutants	طفرات ، القش ، في الدوسولا
Stress syndromes	أعراض الضغوط (الإكتئاب)
Stridulatory	جهاز الإطلاق أصوات حادة

apparatus

Structural genes	جينات تركيبية
Stuttering	التخمة - القافلة
Subjectivity	الموضوعية
Sucrose consumption	إستهلاك السكروز
"Switch sidling"	التحول الجاني ، في الطيور
Swordtail	سك حري أمريكى صغير
Symbionts	كائنات متكافلة
Sympatric populations	عشائر متصاحبة

White gene	جين ه الأبيض
Wildness	الوبئة
Wing folding	إنشاء الجناح
Wirehaired fox terrier	كلب صغى ذو شعر ملكى
Wobbler lethal gene	جين ه المرعد ه الميت
X	
X	كروموسوم X (من كروموسومات الجنس)
chromosome	
XXY males	ذكور جا كروموسومات جنس XXY
Y	
Y chromosome	كروموسوم Y
Y maze	مطلة على شكل حرف Y
Yellow gene	جين ه الأصفر
Z	
Zerro correlation	إستقام التلازم
Zygosity	
diagnosis	
Zygote	الزيجوت (اللامعة)

Variation	التباين
Variegated	إضطراب أبهى سلوكى مزمن
porphyria	chronic
Verbal communication	التراسل اللفظى
Vermillion gene	جين ه القرمزى ه
Vistigial mutants	شفرات مختلة
Vibration	إهتزاز - تردد
Visceration	المزاج الخشوى
Vision	الرؤية
Visual cliff	محدب الإبهار
Voles	الفول - فأر الحقل
W	
syndrome	
Waltzer gene	جين ه واقصى الفالس ه
Water- escape apparatus	جهاز الهروب من الماء
Watson-Crick	
theory	
DNA	
theory	

أعراض فاردنوج المتزامنة
Waardenburg's

جين ه واقصى الفالس ه
جهاز الهروب من الماء
نظرية واطسون وكريك (تركسب
DNA
theory

رقم الإيداع ٨٤/١٦٥٠

مكتبة المكتبة العامة في الكويت

084251.5